HSG 300 数字式发变组保护装置

使用说明书

北 京 四 方 立 德 保 护 控 制 设 备 有 限 公 司

BEIJING SIFANG-LEADER PROTECTION & CONTROL CO., LTD

HSG 300 数字式发变组保护装置

使用说明书

编　　制：郑　巍　　校　　核：董志平

标准化审查：唐志远　　审　　定：凌俊银

印刷版本号：V4.00

文件编号：0LD.462.022

出版日期：2007 年 2 月

版权所有：北京四方立德保护控制设备有限公司

注：本公司保留对此说明书修改的权利。产品与说明书不符之处，请以实际产品为准。

欢迎您与公司联系，我们将竭诚为您提供全面周到的服务。

技术支持　　电话：010-82781279　　010-82781537　　传真：010-62987532

目　录

1　概述.....1

1.1　装置特点.....1
1.2　保护配置.....1
1.3　装置型号及规格代号说明.....2

2　技术条件.....4

2.1　环境条件.....4
2.2　绝缘性能.....4
2.3　机械性能.....4
2.4　电磁兼容性.....4
2.5　安全性能.....5
2.6　热性能（过载能力）.....5
2.7　功率消耗.....5
2.8　输出触点容量.....5
2.9　装置的主要功能.....5
2.10　装置主要技术参数.....6
2.11　各种保护的主要性能.....6

3　硬件说明.....9

3.1　装置结构.....9
3.2　各主要插件介绍.....10

4　保护原理和逻辑框图.....13

4.1　差动保护启动逻辑.....13
4.2　发电机差动保护.....13
4.3　发电机变压器组差动保护.....16
4.4　复合电压过流保护（电流可带记忆）.....18
4.5　负序过电流保护.....20
4.6　定子过负荷和负序过负荷保护.....21
4.7　电压保护.....22
4.8　定子接地保护.....23
4.9　转子一点接地保护.....24
4.10　转子两点接地保护.....25
4.11　失磁保护.....26
4.12　开入闭锁低压过流（水车停机闭锁）保护.....28
4.13　逆功率保护.....28
4.14　高压侧过负荷告警及启动通风.....29
4.15　低压侧过负荷告警及启动通风.....29
4.16　出口的配置方案.....30

5 定值清单 31
5.1 CPU1 定值清单 31
5.2 HSG300C（发电机保护）的CPU2 定值清单 32
5.3 HSG300D（发变组保护）的CPU2 定值清单 33
5.4 CPU3 定值清单 35
6 整定计算 39
6.1 控制字KG1、KG2： 39
6.2 发电机二次额定电流IE 39
6.3 发电机差动保护定值 39
6.4 发电机复压过流保护定值 40
6.5 发电机定子过负荷和负序过负荷保护定值 42
6.6 发电机过电压和欠电压保护定值 42
6.7 发电机开入闭锁低压过流保护定值 43
6.8 发电机失磁保护定值 43
6.9 发电机逆功率保护定值 44
6.10 基波零流定子接地保护定值 44
6.11 基波零压定子接地保护定值 44
6.12 发电机转子接地保护定值 44
6.13 负序过电流保护定值 45
6.14 电流互感器变比CT和电压互感器变比PT定值 45
6.15 发变组大差动保护定值整定说明 45
7 用户手册 46
7.1 人机接口 46
7.1.1 面板介绍 46
7.1.2 面板功能简述 47
7.1.3 正常运行液晶显示 47
7.2 运行维护 48
7.2.1 装置基本情况 48
7.2.2 巡检 48
7.2.3 保护动作后的处理 48
7.2.4 异常情况处理 48
7.2.5 部分定期检验项目 50
7.3 调试 50
7.4 装置维护指南 51
7.4.1 电源损坏: 51
7.4.2 微机系统插件故障 51
7.4.3 交流插件更换 51
7.4.4 出口插件 52
7.4.5 信号插件 52

7.4.6 打印机.....52
7.5 工程调试.....52
7.5.1 工程端子说明.....52
7.5.2 保护屏调试.....53
7.6 订货须知.....54
附录A HSG 300C（D）装置端子图.....55
附录B 插件原理图.....56
B.1 跳闸逻辑板原理图.....56
B.2 信号逻辑板原理图.....57

1 概述

HSG 300 适应于 10MW 及以下容量等级发电机变压器组（包括发电机变压器组、发电机、调相机）的微机成套继电保护装置（以下简称装置或产品）。

1.1 装置特点

a) 通用硬件系统设计

采用通用硬件平台，缩短了装置的生产调试周期，方便了运行和维护。采用总线不出芯片的高速 DSP 和高精度 A/D 转换系统，大大提高了保护的可靠性和运算精度。

b) 采用高速数据通信网络接口

采用独立的 CAN 高速数据通讯网络接口，便于接入发电厂综合自动化系统。

c) 强化装置的人机对话能力及开放性

汉化液晶显示，全中文操作菜单，面板上设置的键盘可方便用户操作；面板上还设置有标准的 RS-232 串口插座，用于连接 PC 机。

d) 国际标准的机箱结构

装置机箱采用符合 IEC60297-3 的高度为 4U、宽度为 19 英寸的标准机箱，面板为整体面板形式，内部插件为前插拔式并具有紧锁机构，工作可靠。

e) 一体化机箱设计

由一个机箱完成发电机组全套电气量和本体保护，以及操作回路。本体保护和电气量保护之间相互独立，设置专用保护启动 CPU 插件、主保护 CPU 插件、后备保护 CPU 插件，各 CPU 之间相互独立，保证了可靠性和安全性。

f) 强化了抗干扰能力

首次使用奇偶数据序列判别法，并结合改进的富立叶算法与出口判据，实现多重冗余判据，大大地提高了保护动作的可靠性，缩短了保护动作时间。

对采样值中的坏数据进行了有效的处理。能可靠剔除不连续出现的坏数据，对连续出现的多个坏数据能最大限度地抑制其影响。算法对坏数据的幅值不敏感，滤除坏数据无需时延。

g) 完善的自检功能

对 DSP 芯片、开入、开出、ROM、A/D 及定值等进行定时自检。自检出错则闭锁出口，保证装置安全运行。

1.2 保护配置

反应短路故障的主保护

- 发电机差动保护或发变组差动保护；

反应短路故障的后备保护，过电流保护（包括发电机、主变），可根据不同要求选

配下列保护：

- 过电流保护；
- 复合电压闭锁过电流保护；
- 低压记忆过电流保护；
- 负序过电流保护；

反应接地故障的保护

- 零序电流定子接地保护；
- 零序电压定子接地保护；
- 转子一点接地保护；
- 转子两点接地保护；

反应异常运行的保护

- 定子过负荷保护；
- 负序过负荷保护；
- 变压器过负荷保护
- 过电压保护；
- 失磁保护；
- 逆功率保护；
- 欠电压保护；
- 开入闭锁低压过流保护；
- TA 断线；
- TV 断线。

1.3 装置型号及规格代号说明

HSG 300 分为两个型号，分别为HSG 300C、HSG 300D，各保护机箱中的保护种类如表1-1所示。各机箱所列的保护为典型的配置，也可视具体的工程做相应的调整。

表 1-1 HSG 300 微机发电机组保护装置保护配置

保护类型	C 型	D 型
发电机差动保护	√	
发变组差动保护		√
复压过流保护（电流可带记忆）	√	√
负序过流保护	√	√
变压器过负荷保护		√
基波零压定子接地保护	√	√
基波零流定子接地保护	√	√
转子一点接地保护	√	√
转子两点接地保护	√	√
定子过负荷告警	√	√
负序过负荷告警	√	√
过电压保护	√	√
欠电压保护	√	√
逆功率保护	√	√
失磁保护（失磁开入原理）	√	√
失磁保护（低励原理和阻抗原理）	√	√

说明：

1) 各型号适用范围说明：

C 型主要适用于 10MW 及以下容量等级的发电机保护；

D 型主要适用于 10MW 及以下容量等级发电机出口没有断路器场合的发电机变压器组保护，其差动保护为发变组差动保护。

2) 失磁保护说明：

C 型、D 型的失磁保护均可以采用三种方案，即励磁消失开入、直流励磁电压低和阻抗特性圆判断，适应于现场的不同应用场合。

3) 各型号差动保护说明：

C 型的差动保护为发电机差动保护，以适应于发电机出口带断路器的场合；

D 型的差动保护为发变组差动（即大差），以适应于发电机出口不带断路器的场合。

2 技术条件

2.1 环境条件

装置在以下环境条件下能正常工作：

a) 工作环境温度：–10℃~ +55℃；贮存环境温度：–25℃~ +70℃，在极限值下不施加激励量，装置不出现不可逆的变化。当温度恢复后，装置应能正常工作；

b) 相对湿度：最湿月的月平均最大相对湿度为 90%，同时该月的月平均最低温度为 25℃且表面无凝露；

c) 大气压力：80kPa ~110kPa；

d) 使用场所不得有火灾、爆炸、腐蚀等危及装置安全的危险以及超出本说明书规定的振动、冲击和碰撞。

2.2 绝缘性能

a) 介质强度：装置能承受 GB/T14598.3-1993（eqv IEC60255-5）规定的交流电压为 2kV（额定绝缘电压为 63V～250V）或 500V（额定绝缘电压小于或等于 63V）、频率为 50Hz、历时 1min 的介质强度试验，而无击穿和闪络现象。

b) 绝缘电阻：用开路电压为 500V 的测试仪器测定装置的绝缘电阻值不小于 100MΩ，符合 IEC60255-5：2000 的规定。

c) 冲击电压：装置能承受 GB/T14598.3-1993（eqv IEC60255-5） 规定的峰值为 5kV（额定绝缘电压为 63V～250 V）或 1kV（额定绝缘电压小于或等于 63V）的标准雷电波的冲击电压试验。

2.3 机械性能

a) 振动：装置能承受 GB/T 11287（idt IEC60255-21-1）规定的 I 级振动响应和振动耐受试验。

b) 冲击和碰撞：装置能承受 GB/T 14537（idt IEC60255-21-2）规定的 I 级冲击响应和冲击耐受试验，以及 I 级碰撞试验。

2.4 电磁兼容性

a) 1MHz 和 100kHz 脉冲群抗扰度试验：装置能承受 GB/T 14598.13（eqv IEC60255-22-1）规定的Ⅲ级 1MHz 和 100kHz 脉冲群干扰试验（第一半波电压幅值共模为 2.5kV，差模为 1kV）。

b) 静电放电抗扰度试验：装置能承受 GB/T 14598.14（idt IEC60255-22-2）规定的Ⅳ级（接触放电 8kV）静电放电干扰试验。

c) 辐射电磁场抗扰度试验：装置能承受 GB/T 14598.9（idt IEC60255-22-3）规定的Ⅲ级（10V/m）的辐射电磁场干扰试验。

d) 快速瞬变抗扰度试验：装置能承受 GB/T 14598.10（idt IEC60255-22-4）规定的Ⅳ级（通讯端口 2kV，其他端口 4kV）的快速瞬变干扰试验。

e) 直流辅助激励量中断试验：装置能承受 GB/T8367-1987 直流辅助激励量中断影响试验, 中断时间为 50ms, 装置应能工作正常。

2.5 安全性能

装置符合 GB16836 外壳防护等级不低于 IP20、安全类别为 I 类。

2.6 热性能（过载能力）

a) 交流电流回路：在 2 倍额定电流下连续工作，10 倍额定电流下允许 10s，40 倍额定电流下允许 1s；

b) 交流电压回路：在 1.2 倍额定电压下连续工作，1.4 倍额定电压下允许 10s。

2.7 功率消耗

a) 直流电源回路：当正常工作时，不大于 35W；当保护动作时，不大于 60W；

b) 交流电流回路：当二次额定电流为 5A 时，不大于 1VA/相；当二次额定电流为 1A 时，不大于 0.5VA/相；

c) 交流电压回路：在额定电压下不大于 0.5VA/相。

2.8 输出触点容量

a) 跳闸触点容量：在电压不大于 250V、电流不大于 1A、时间常数 L/R 为（5±0.75）ms 的直流有感负荷回路中，触点断开容量为 50W，允许长期通过电流不大于 5A。

b) 其它触点容量：在电压不大于 250V、电流不大于 0.5A、时间常数 L/R 为（5±0.75）ms 的直流有感负荷回路中，触点断开容量为 30W，允许长期通过电流不大于 3A。

2.9 装置的主要功能

a) 装置具有独立性、完整性、成套性。被保护设备包括发电机变压器组、发电机等；

b) 装置的模块配置合理，局部出现故障退出运行时，其他保护仍可运行；

c) 装置中不同类型的保护设有方便的投退功能；

d) 装置具有必要的参数监视功能；

e) 装置具有自动检测功能。当装置自检出元器件损坏时，能发出装置异常信号，装置不误动；

f) 装置设有自复位电路，在因干扰而造成程序走死时能通过自动恢复正常工作；

g) 装置各保护软件在任何情况下都不相互影响；

h) 为了提高保护装置的可靠性，设置启动专用的启动插件，并且对于差动保护设置后备与差动相结合的起动元件，保证差动保护元器件损坏都不会误出口；当启动 CPU 连续 10S 工作不正常时，其余两个 CPU 可自动开出启动继电器，不影响保护出口。

i) 装置具有 GPS 分脉冲对时功能

2.10 装置主要技术参数

a) 额定直流电源电压：220V 或 110V （订货时注明）。

b) 额定交流交流电流：5A 或 1A（订货时注明）。

c) 额定交流电压：100V。

d) 额定频率：50Hz。

2.11 各种保护的主要性能

1) 发电机差动保护

a) 具有防止区外故障误动的制动特性；

b) 具有电流互感器（TA，以下同）断线判别功能，能选择闭锁差动，当断线时能发断线信号；

c) 当出现两点接地故障（一点区内、一点区外）时，可动作出口；

d) 差动速断动作时间（2 倍整定电流时）不大于 40ms；

e) 两相比率制动动作时间（2 倍整定电流时）不大于 40ms；

f) 单相比率制动动作时间（2 倍整定电流时）不大于 100ms；

g) 整定值允差±5%。

2) 发变组差动保护

a) 具有防止区外故障误动的制动特性；

b) 具有防止励磁涌流期间引起误动的措施；

c) 具有电流互感器（TA，以下同）断线判别功能，能选择闭锁差动，当断线时能发断线信号；

d) 动作时间（2 倍整定电流时）不大于 40ms；

e) 差动特性斜率：0.3~0.7；

f) 二次谐波制动系数：0.1~0.3；

g) 差动最小动作电流整定范围：0.5~99.9A；

h) 差动平衡系数：0.25~4.00；

i) 差动速断整定范围：0.5~99.9A；

j) 整定值允差±5%。

3) 过电流保护

a) 过电流保护

- 固有延时（1.5 倍整定值时）不大于 50ms；
- 定值误差不大于 5%。

b) 低电压闭锁过电流保护（电流可带记忆）

- 过电流技术条件同 2.11.3 第 a 款；
- 电流记忆时间不小于 100ms，最大为 20s（可整定）；
- 电流为 1.2 倍整定值和低电压为 0.8 倍整定值时，误差不大于 5%。
- 低电压定值误差不大于 5%。

c) 复合电压闭锁过电流保护（电流可带记忆）

- 过电流技术条件同 2.11.3 第 a 款；
- 电流记忆时间不小于 100ms，最大为 20s（可整定）；
- 低电压技术条件同 2.11.3 第 b 款；
- 固有延时：电流为 1.2 倍整定值，且负序电压为 1.2 倍整定值或低电压为 0.8 倍整定值时，不大于 100ms；
- 负序电压定值误差不大于 5%。

4) 负序过电流保护

a) 固有延时（1.2 倍整定值时）为 200ms；

b) 定值误差不大于 5%。

5) 定子接地保护

a) 可选择为零序电压原理或零序电流原理，当选择为零序电压原理时，具有 TV 断线闭锁功能；当选择为零序电流原理时，具有过电流闭锁功能；

b) 三次谐波滤过比大于 100；

c) 固有延时（1.2 倍整定值时）为 200ms；

d) 定值误差不大于 2.5%。

6) 转子一点接地保护

a) 适用于转子对地分布电容小于 8μF 的各种非旋转励磁方式的发电机励磁回路；

b) 整定范围：汽轮发电机为 1~20kΩ，水轮发电机为 1~10kΩ；

c) 在同一整定值下，转子绕组不同地点发生一点接地时，其动作值误差为：当整定值为 1kΩ～5kΩ 时允差±0.5kΩ，当整定值为 5kΩ～50kΩ 时允差±10%；

d) 固有延时（1.2 倍整定值时）不大于 200ms；

7) 转子两点接地保护

a) 具有转子一点接地后自动投入保护功能；

b) 固有延时（1.2 倍整定值时）不大于 100ms；

c) 定值误差不大于 10%。

8) 过电压保护

a) 固有延时（1.1 倍整定值时）不大于 100ms；

b) 定值允差±2.5%。

9) 定子过负荷和负序过负荷保护

a) 固有延时（1.2 倍整定值时）不大于 100ms；

b) 定值允差±2.5%。

10) 失磁保护

a) 提供三种原理供选择，即：失磁开入判据、转子低励判据、低阻抗判据，各判据增加逆无功启动元件，既防止机组正常镜相运行时失磁保护误动，也提高了失磁保护的可靠性；

b) 具有机端低电压加速跳闸功能；

c) 阻抗判据具有 TV 断线和电压切换过程中不误动；

d) 系统故障、故障切除过程中及系统振荡时保护不误动；

e) 具有励磁电压通道检测功能；

f) 固有延时不大于 100ms；

g) 阻抗定值误差不大于 5%，其它定值误差不大于 2.5%。

11) 欠电压保护

a) 固有延时（0.8 倍整定值时）不大于 100ms；

b) 返回系数不小于 1.05；

c) 定值允差±2.5%。

12) 逆功率保护

a) 固有延时（1.2 倍整定值时）不大于 100ms；

b) 返回系数不小于 0.95；

c) 定值允差±2.5%。

13) 启动元件

a) 突变量启动元件

- 动作时间(1.2 倍整定值时)不大于 25ms；
- 定值误差不大于 10％。

b) 稳态量启动元件

- 动作时间(1.2 倍整定值时)不大于 25ms；
- 定值误差不大于 5％。

3 硬件说明

3.1 装置结构

装置采用高度为 4U、宽度为 19 英寸的标准机箱（符合 IEC60297-3 规定），整体面板，带有锁紧机构。装置的安装方式为嵌入式，接线为后接线方式。标准 4U 19 英寸机箱外形尺寸：宽×高×深=483×177×216mm，安装开孔尺寸 445×178mm，如图 3-1、图 3-2 所示。

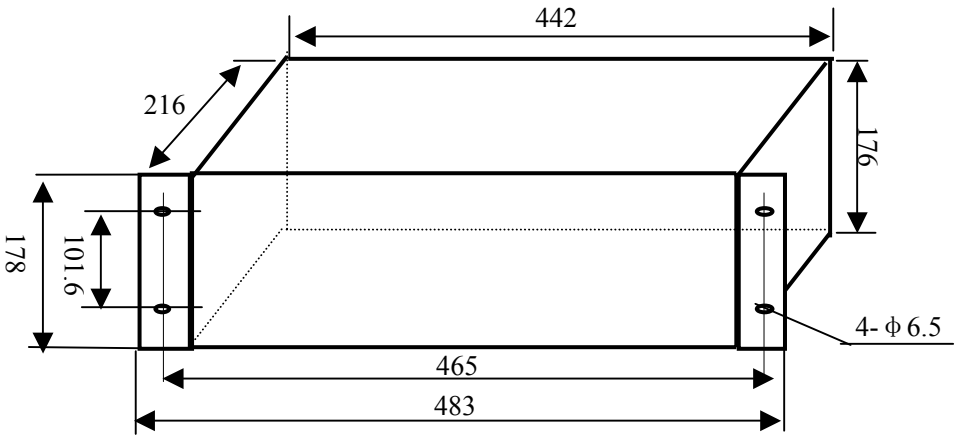


图 3-1　标准 4U 19 英寸机箱结构图

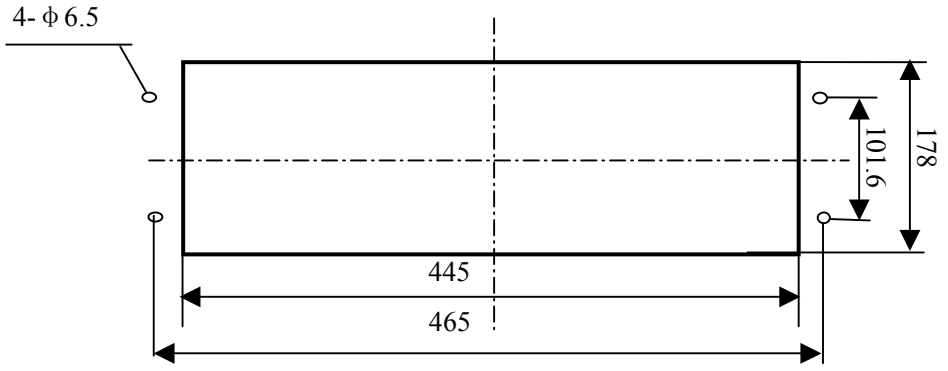


图 3-2　标准 4U 19 英寸机箱体结构图

装置的外形示意图如图 3-3 所示。面板上的 5 个指示灯分别为：告警、串口状态、CAN 状态、保护动作、保护发信。

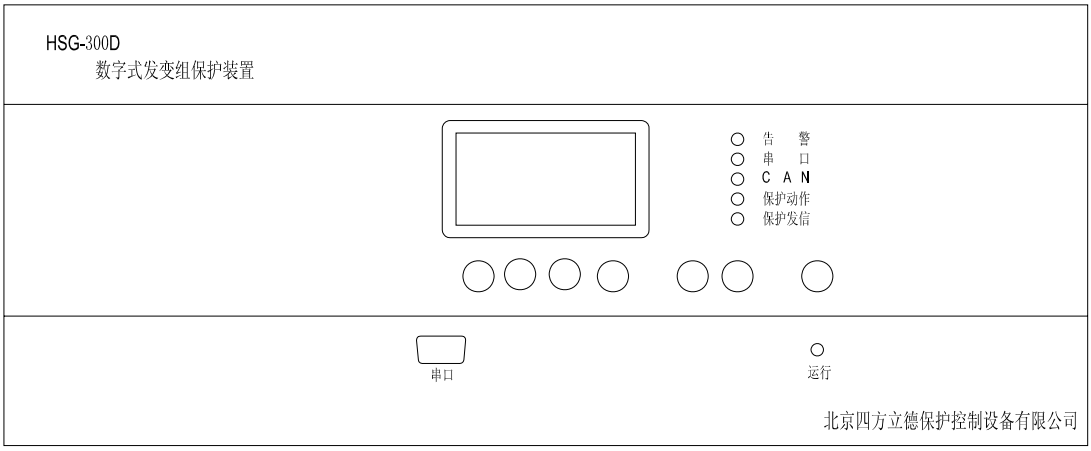


图 3-3 HSG 300 装置外形图

当差动保护和后备保护等保护动作时，“保护动作”灯亮；当定子过负荷、负序过负荷、失磁发信等保护告警时，发出“保护发信”灯；当 TA 断线、TV 断线、巡检中断、装置异常时，“告警”灯亮。这些灯光信号为自保持触点，需要运行人员复归。

在保护动作或保护发信点亮信号灯的同时，给出保护动作跳闸触点或信号触点，同时在液晶上显示故障类型和参数。

C、D 型插件结构由 12 个插件和面板（MMI）构成组成，这 12 个插件分别是：1#交流变换器插件、2#交流变换器插件、1#CPU 板、2#CPU 板、3#CPU 板、跳闸插件、信号插件、电源插件、1#直流插件、2#直流插件、本体跳闸插件、出口插件。插件布置如图 3-4 所示。

1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	9#	10#	11#	12#
AC 插件一	AC 插件二	CPU 插件一	CPU 插件二	CPU 插件三	跳闸逻辑插件	电源插件	直流插件一	直流插件二	本体保护插件	信号插件	跳闸出口插件

图 3-4 HSG 300C 和 HSG 300D 型插件布置图

3.2 各主要插件介绍

（1） 交流插件

交流插件由电压、电流变送器构成。电压输入元件由电压变换器构成，用于机端线电压

的电压互感器变比为 200V/3.53V，线性范围为 1V～200V；用于定子接地的零序电压互感器为 120V/3.53V，线性范围为 1V～120V。

电流输入元件由电流变换器和并联电阻构成，有两种规格：当用于 TA 二次额定电流 In（以下同）为 5A 时，装置的电流互感器变比为 100A/3.53V，用于 In 为 1A 时，装置的电流互感器变比为 20A/3.53V，这两个电流互感器的线性范围都为 0.08In～20In；用于逆功率保护的测量电流互感器变比为 6A/3.53V，若用于其他变比，需在订货时予以说明。

（2） 保护 CPU 板

主 CPU 采用总线不出芯片的高性能微处理器，加上 14 位高精度 A/D 采样系统，对于采样环节，装置提供多种自检环节，使得装置具有足够的保护计算精度和很高的可靠性。保护 CPU 板的资源包括：12 路模拟量输入；14 位 A/D，提供自检手段；16 路光电隔离开关量输入通道（含双路电度脉冲输入通道）；16 路光电隔离开关量输出通道，提供自检手段；2 路测频脉冲输入通道。

（3） 跳闸插件

该插件提供保护的跳闸输出触点，共有：

- 全停跳闸出口：由保护 CPU 板输出保护高电平，启动 CPU 输出启动高电平驱动启动继电器，发出全停命令，可以驱动 4 个出口对象；
- 缩小故障范围出口：由保护 CPU 板输出保护高电平，启动 CPU 输出启动高电平驱动启动继电器，发出缩小故障范围命令，可以驱动 3 个出口对象；
- 备用输出：由 CPU 板输出保护高电平，驱动继电器动作，发出备用跳闸命令，可以驱动 2 个出口对象（可经启动也可不经启动）；
- 启动通风/备用输出：由 CPU 板输出保护高电平，驱动继电器动作，发出启动通风/备用跳闸命令，可以驱动 1 个出口对象。

（4） 信号插件

该插件提供保护动作、保护告警、装置异常、TA 断线、TV 断线、巡检中断等的信号输出触点，分别给出中央信号触点、远动信号触点、录波信号触点，并驱动面板信号等，其中，中央信号触点和面板信号灯为自保持触点，远动信号触点和录波信号触点为瞬动触点。本插件还包含一个 34 针插座，通过扁平电缆与 MMI 进行相连。

（5） 直流插件 1

该插件用于直流励磁电压变换，其中一个为发电机失磁保护提供励磁电压，另外三个为变电桥式发电机转子一点接地保护提供直流测量电压。该插件上还有两个乒乓切换开关。

（6） 直流插件 2

为直流插件 1 提供两组±15V 电源，提供直流励磁电压分压功能。

（7） 本体跳闸插件

用于发电机或变压器非电量保护的直跳回路，如发电机断水，主变重瓦斯等。

（8） 出口插件

- 手动合闸保持：启动合闸输入经保护合闸压板输入高电平，HJ 继电器动作，HJ-1 闭合，经 HJ 保持线圈、TBJ 常闭接点输出合闸高电平；
- 保护跳闸保持：启动跳闸输入经保护跳闸压板输入高电平，TBJ 继电器动作，TBJ-3 闭合，TBJ 自保持同时输出跳闸高电平；
- 防跳：合闸输入长期高电平，则收到跳闸命令后 TBJ-2 断开，TBJ-1 闭合，TBJ 自保持，切断合闸电平的输出，输入高电平消失后才可合闸；
- 跳合闸位置：由 HWJ、TWJ 继电器实现。控制回路监视 由 HWJ、TWJ 继电器串接反映。

（9） 人机对话插件（MMI）

人机对话插件由键盘和液晶、信号指示灯、时钟、复归按钮等构成，完成键盘响应、菜单操作、液晶显示、信号指示、复归及确认操作，并与 CPU 及后台计算机进行通讯。

（10） 电源插件

电源输出电压及功能如下：

- +5V 1 组，CPU 工作电源；
- ±15V 1 组，ADC 工作电源；
- 24V 2 组，分别作为开入、开出回路工作电源。

4 保护原理和逻辑框图

4.1 差动保护启动逻辑

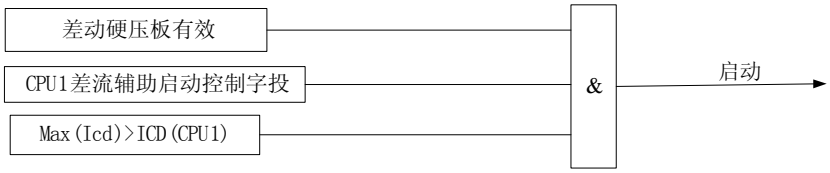


图 4-1 差动保护启动逻辑

如为 HSG--300C 启动 CPU 的变压器接线型式应选择无校正，差动平衡系数为 1。

4.2 发电机差动保护

1） 保护原理

发电机差动保护是发电机内部相间短路故障的主保护，它反应发电机中性点和机端侧差动电流的大小，采用比率制动特性，动作判据如下：

$$\left.\begin{array}{ll} I_{dz} > I_{\mathrm{CD}} & \text{如果} I_{zd} < I_B \\ I_{dz} > K_{ID}\left(I_{zd} - I_B\right) + I_{CD} & \text{如果} I_{zd} \geq I_B \end{array}\right\} \qquad (1)$$

式中：I_{dz}、I_{zd} 分别为动作电流和制动电流，$I_{dz} = \left|\dot{I}_T - \dot{I}_N\right|$，$I_{zd} = \left|\dot{I}_T + \dot{I}_N\right| \Big/ 2$；

I_{CD}、I_B 分别为差动最小动作电流和制动特性的拐点电流值，

拐点电流 I_B 固定为 $0.9I_e$，I_e 为发电机二次额定电流；

K_{ID} 为比率制动系数。

其中：$\dot{I}_T$、$\dot{I}_N$ 分别为发电机机端和中性点的电流相量，其正方向均为指向系统为正，也即两侧电流互感器（TA，以下同）为零度接线。

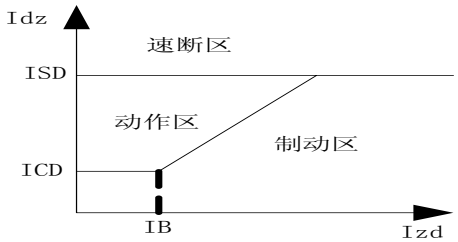
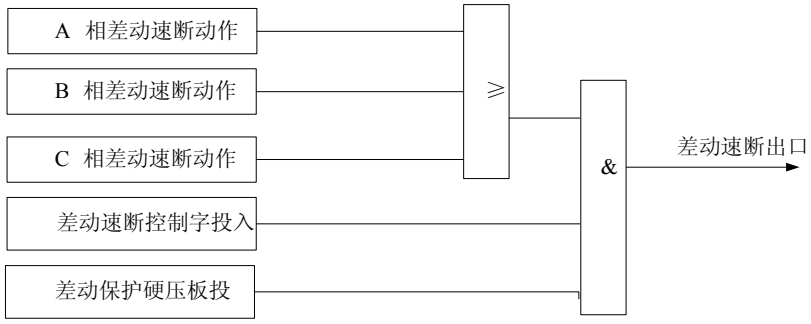


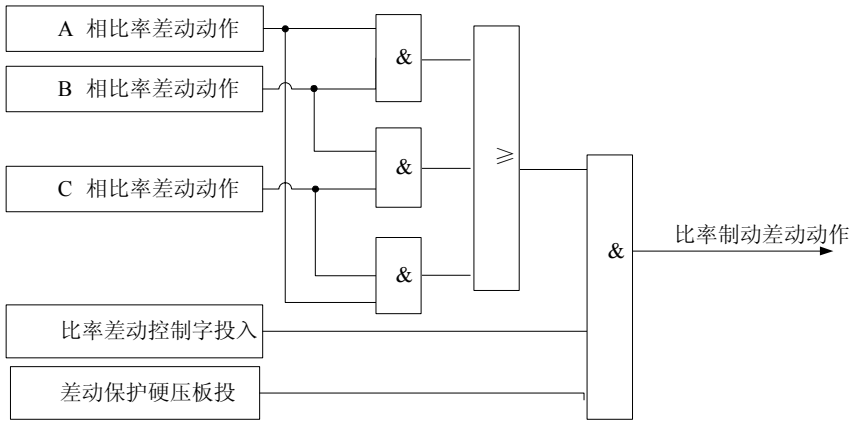
图 4-2 带比率制动特性的发电机差动保护动作特性

装置设置有差动 TA 断线判断功能，判据为有且只有一相的一侧（机端或中性点）电流为零，判为 TA 断线。当检测出差动 TA 断线时，由控制字选择是否闭锁单相差动保护。为了提高可靠性，当判为单相差动动作时，若有负序电压较大或电流较大时，开放差动保护。

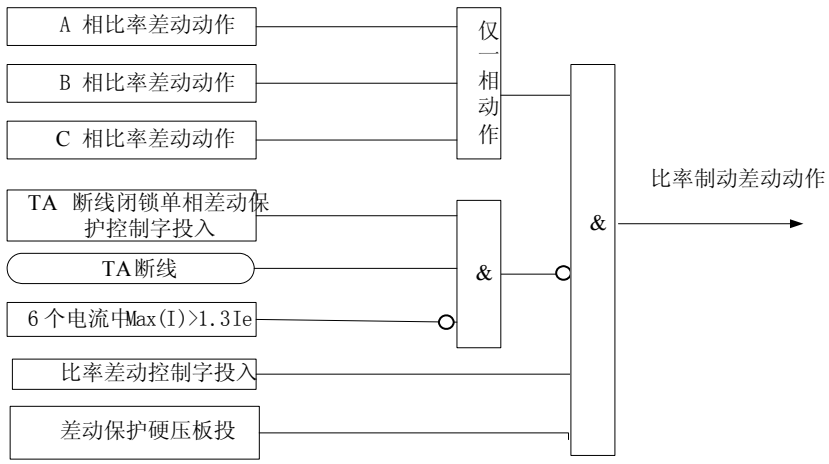
1) 差动速断

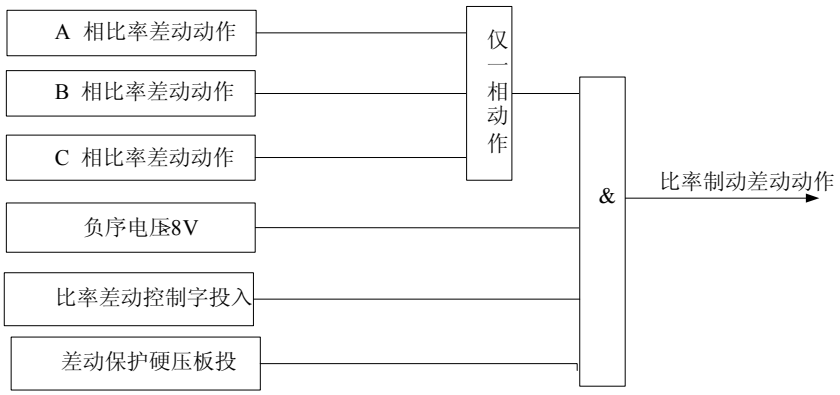


2) 两相及三相比率制动差动



3) 单相比率制动差动





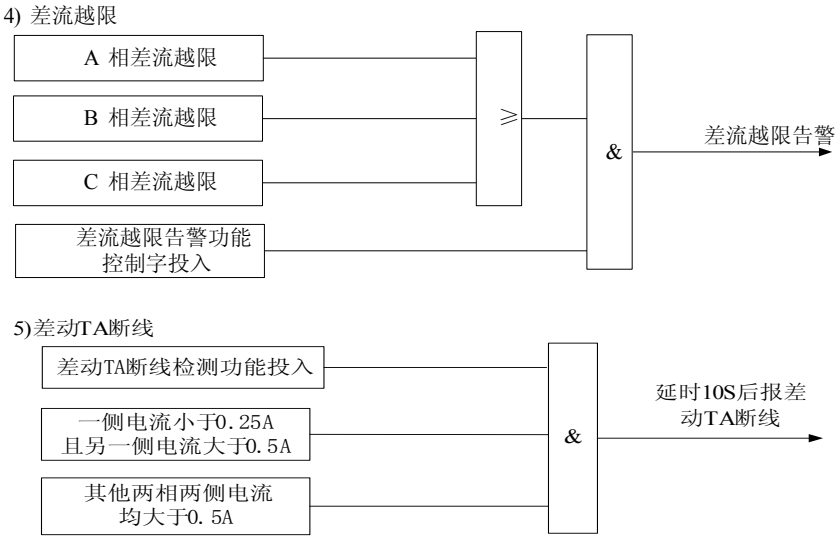


图 4-3 发电机差动保护原理框图

为了在轻负荷下提前发现差动回路的异常，装置还具有差流越限功能，差流越限的定值固定为差动最小动作电流的 80%，当判出差流越限且经过 10s 发差流越限告警信号。

2） 启动

为了保证差动保护的可靠性，一方面采用启动插件闭锁（C 型和 D 型），另一方面结合后备电流有突变或后备电流越限以及差动电流辅助起动作为差动的综合启动方式。

3） 说明

机端和中性点电流互感器必须同型号、同变比，而且为零度接线。

4） 发电机差动保护逻辑框图

见图 4-3。

4.3 发电机变压器组差动保护

1） 保护原理

发电机变压器组差动保护（简称大差）是发电机内部相间短路和变压器内部故障的主保护，它反应发电机中性点电流和主变高压侧电流，适用于发电机出口不带断路器的场合。

发变组差动保护包括差动速断、比率制动差动、差流越限、TA 断线判别、涌流判别等模块。比率制动特性动作判据如式（2）所示，比率制动特性如图 4-2 所示。

$$\left.\begin{array}{ll} I_{dz} > I_{\mathrm{CD}} & \text{如果} I_{zd} < I_B \\ I_{dz} > K_{ID}\left(I_{zd} - I_B\right) + I_{CD} & \text{如果} I_{zd} \geq I_B \end{array}\right\} \qquad (2)$$

式中：I_{dz}、I_{zd} 分别为动作电流和制动电流：

$I_{dz} = \left|\dot{I}_T + \dot{I}_N\right|$

$I_{zd} = \left|\dot{I}_T + \dot{I}_N\right| \Big/ 2$（KG2.D1=0）；$I_{zd} = \max(\dot{I}_T, \dot{I}_N)$（KG2.D1=1）；

I_{CD}、I_B 分别为差动电流最小动作电流和制动特性的拐点电流值，

拐点电流 I_B 由定值设定，

K_{ID} 为比率制动系数。

其中：$\dot{I}_T$ 为主变高压侧电流相量，$\dot{I}_N$ 为经过平衡后的发电机中性点的电流相量，其正方向均为指向发变组为正，也即两侧电流互感器（TA，以下同）为 180 度接线。

发变组差动保护包括差动速断、比率制动差动、差流越限、TA 断线判别、涌流判别等模块。比率制动特性动作判据如式（2）所示，比率制动特性如图 4-2 所示。

励磁涌流判据采用二次谐波制动特性，当有一相差流的二次谐波制动比（差流的二次谐波与基波的比值）大于定值，一般为 8%~20%，即闭锁差动保护。

TA 断线后发出告警信号，TA 断线后是否闭锁差动保护由控制字选择。

发变组中的主变一般为 Y0/Δ接线型式，需要对主变高压侧的电流进行相位差和平衡补偿。一般将 Y 侧电流校正到Δ侧。对 Y/Δ－11 接线，校正方法如下：

$$\left.\begin{array}{l} \dot{I}_A' = (\dot{I}_A - \dot{I}_B)/\sqrt{3} \\ \dot{I}_B' = (\dot{I}_B - \dot{I}_C)/\sqrt{3} \\ \dot{I}_C' = (\dot{I}_C - \dot{I}_A)/\sqrt{3} \end{array}\right\} \qquad (3)$$

对 Y/Δ－1 接线，校正方法如下：

$$\left.\begin{aligned}\dot{I}_A' &= (\dot{I}_A - \dot{I}_C)/\sqrt{3} \\ \dot{I}_B' &= (\dot{I}_B - \dot{I}_A)/\sqrt{3} \\ \dot{I}_C' &= (\dot{I}_C - \dot{I}_B)/\sqrt{3}\end{aligned}\right\} \quad (4)$$

式中：$\dot{I}_A$、$\dot{I}_B$、$\dot{I}_C$分别为主变高压侧 TA 二次电流，

$\dot{I}_A'$、$\dot{I}_B'$、$\dot{I}_C'$为校正后的各相电流。

装置中对常见的几种接线方式进行了相位校正，由用户自行选择（见定值 KMD）。

发电机侧电流互感器二次电流平衡补偿由软件完成，发电机中性点侧平衡补偿均以主变高压侧二次电流不变为基准，平衡系数计算如下：

$$K_{PL} = \frac{U_L * CT_L}{U_H * CT_H} \quad (5)$$

式中：K_{PL}为平衡系数定值，

U_H、U_L分别为主变高压侧和主变低压侧额定电压。

CT_H、CT_L分别为主变高压侧和发电机中性点的CT变比

补偿时分别将发电机中性点侧的各相电流与相应的平衡系数相乘。差动电流I_{dz}与制动电流I_{zd}的有关运算均是在电流相位校正和平衡补偿后的基础上进行的。

2） 启动

为了保证差动保护的可靠性，采用电流突变量启动、差动电流辅助起动相结合作为差动启动方式。

如装置为 HSG-300D，需选择主变接线型式及差动平衡系数。

3） 发变组差动保护逻辑框图

见图 4-4 发电机变压器组差动保护原理框图。

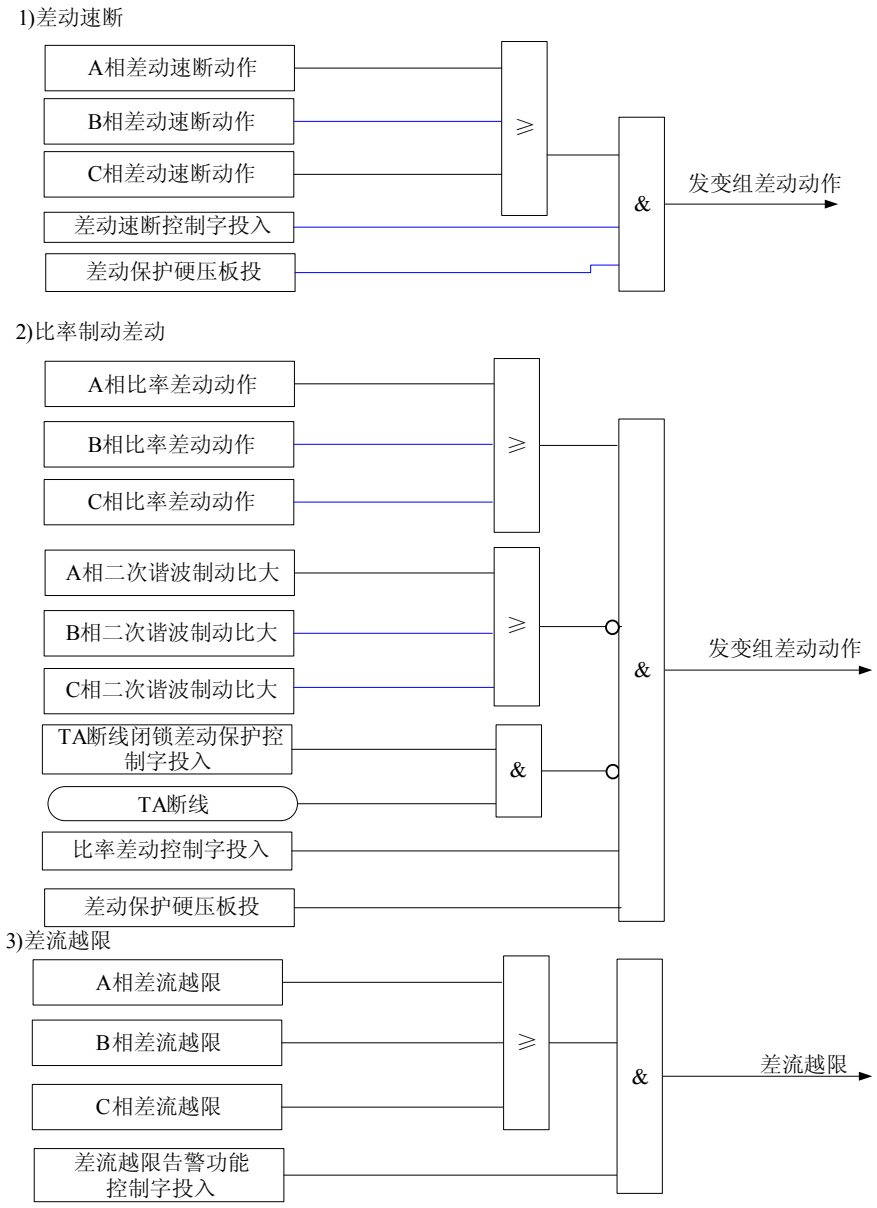


图 4-4 发电机变压器组差动保护原理框图

4.4 复合电压过流保护（电流可带记忆）

1） 保护原理

复合电压过流保护作为发电机、变压器、高压母线及相邻线路故障的后备保护。对于自并励发电机，在短路故障后电流衰减变小，故障电流在过流元件动作出口前就可能已经返回，因此，在复合电压过流保护起动后，过流元件需带记忆功能，使保护能可靠动作出口，电流是否带记忆功能可通过控制字选择，当投入记忆功能，但未投复压闭锁功能时，装置告警。

复合电压过流保护由负序电压或低电压启动的过电流元件组成，复合电压过流保护设两段定值，第 I 段通常动作于缩小故障范围，第 II 段动作于全停，也可以通过控制字将两段定值都设置为全停。每段的复合电压元件可分别投退。电流取自后备用 TA，电压取自机端 TV。

当 TV 断线时可选择是否退出复压元件。

2） 复合电压过流保护启动逻辑

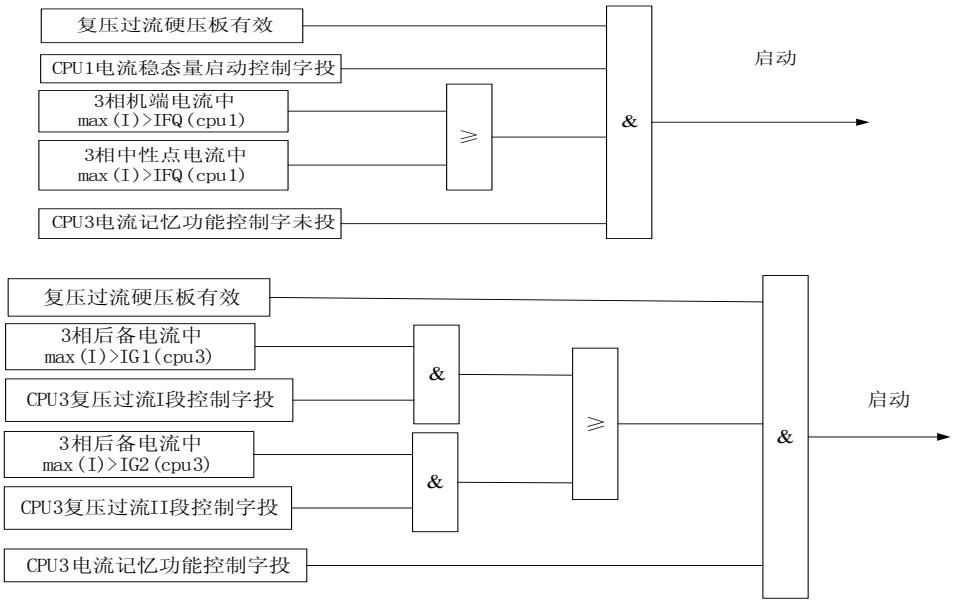


图 4-5 复合电压过流保护启动逻辑

3） CPU3 检测到 TV 断线判据

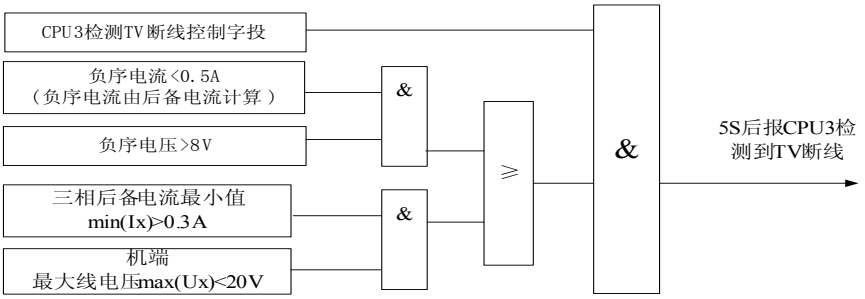


图 4-6 CPU3 检测 TV 断线判据

4） 复合电压过流保护逻辑框图

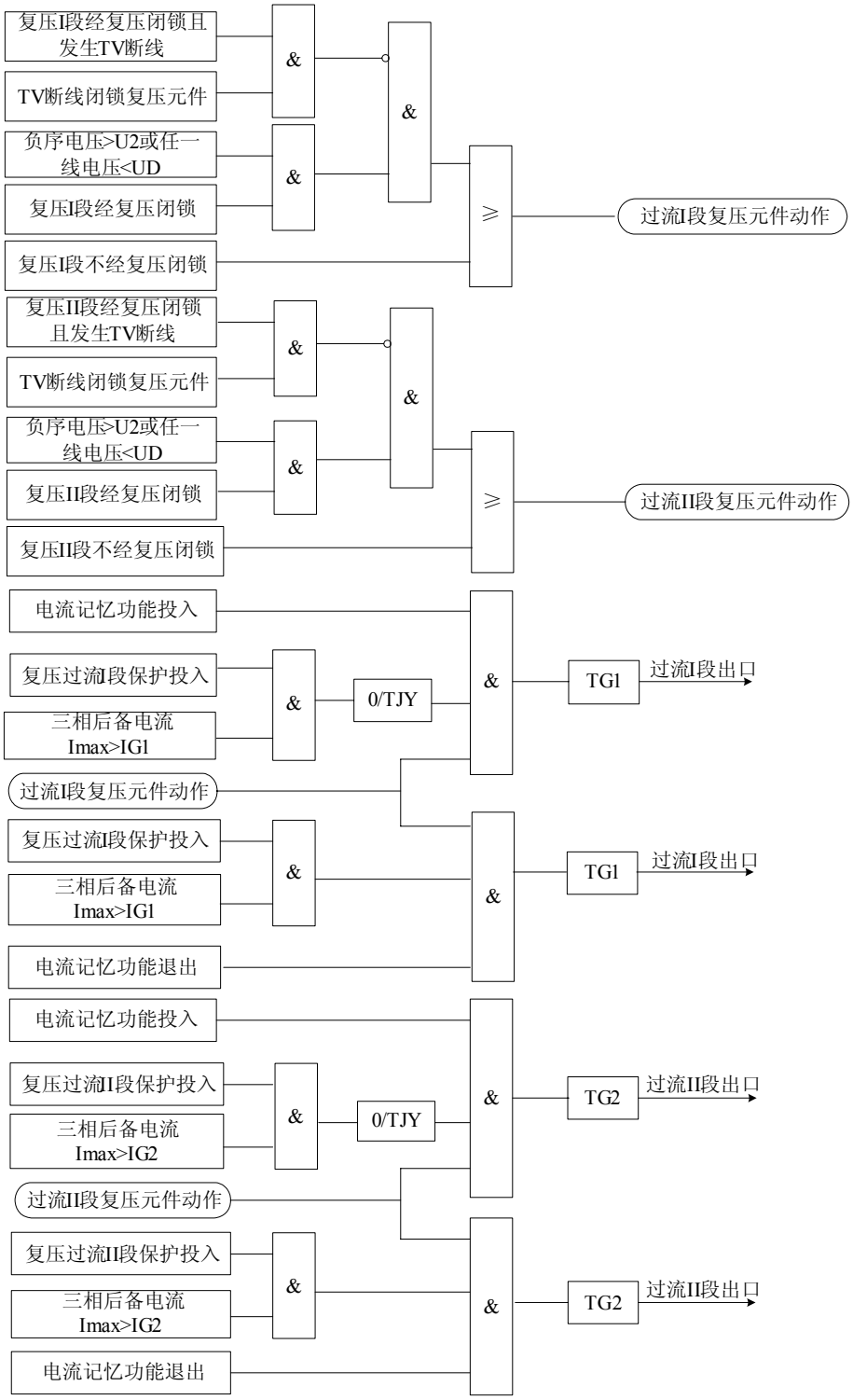


图 4-7 复合电压过流保护逻辑框图

4.5 负序过电流保护

1） 保护原理

负序过电流保护设两段定值，第 I 段动作于缩小故障范围，第 II 段全停，也可以通过控

制字将两段定值都设置为全停。负序电流保护用的负序电流元件计算方法为：CPU1 判断启动时由中性点电流计算，CPU3 保护动作时由后备电流计算。

2） 负序过流保护启动逻辑

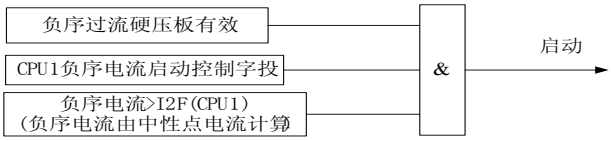


图 4-8 负序过流保护启动逻辑

3） 保护动作逻辑框图

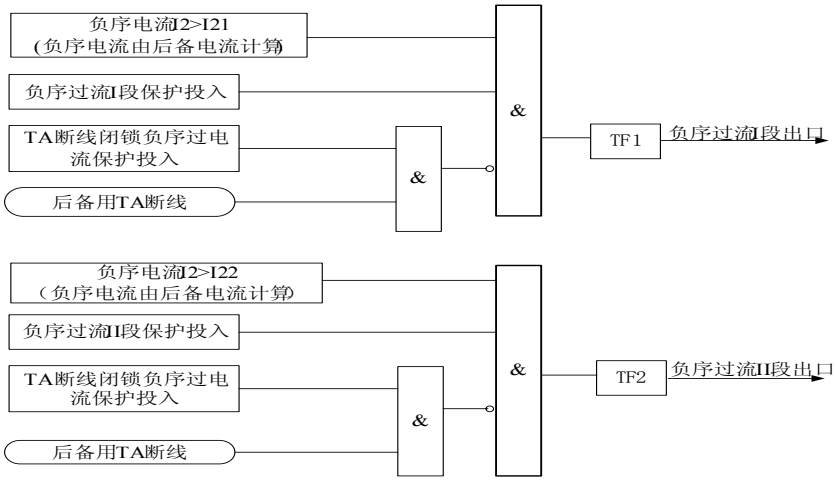


图 4-9 负序过流保护原理框图

4） 后备用 TA 断线判据

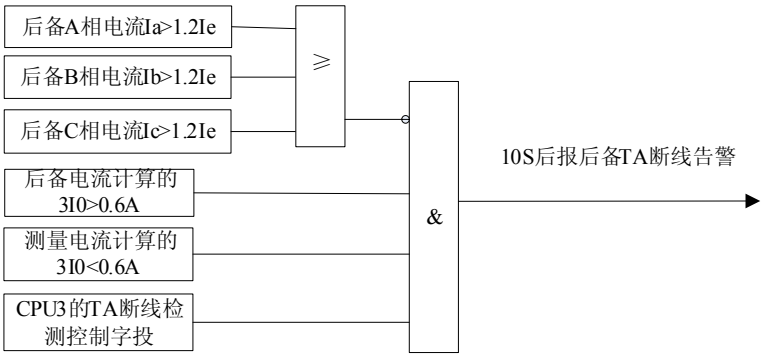


图 4-10 后备用 TA 断线判据

4.6 定子过负荷和负序过负荷保护

1） 保护原理

定子过负荷保护反应发电机定子绕组的平均发热状况，以保护发电机定子绕组，以免过热，电流取自后备 TA 三相电流。

发电机负序过负荷保护反应定子绕组的负序电流大小，保护发电机转子，以防表面过热。电流取自后备 TA 负序电流。

2） 保护动作逻辑框图

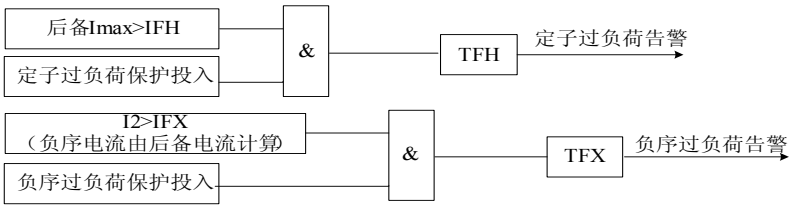


图 4-11 发电机定子过负荷和负序过负荷保护原理框图

4.7 电压保护

1） 过电压保护原理

发电机过电压保护用于保护发电机各种运行工况下引起的定子绕组过电压。保护反应发电机机端电压大小。保护设一段一个时限定值。

2） 欠电压（调相失压）保护原理

发电机欠电压保护反应三相相间电压的降低，并经外部触点（一般为自动操作装置触点）闭锁。保护设一段一个时限定值。

3） 过电压保护启动逻辑

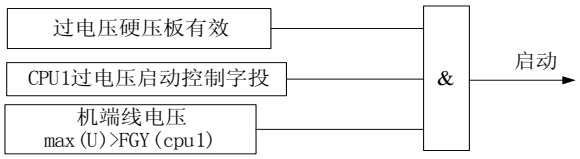


图 4-12 过电压保护启动逻辑

4） 欠电压保护启动逻辑

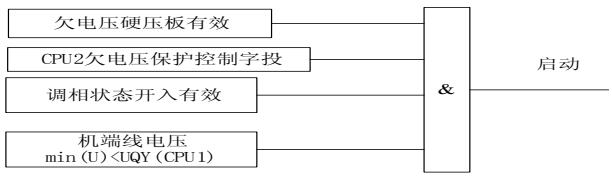


图 4-13 欠电压保护启动逻辑

5） 保护动作逻辑框图

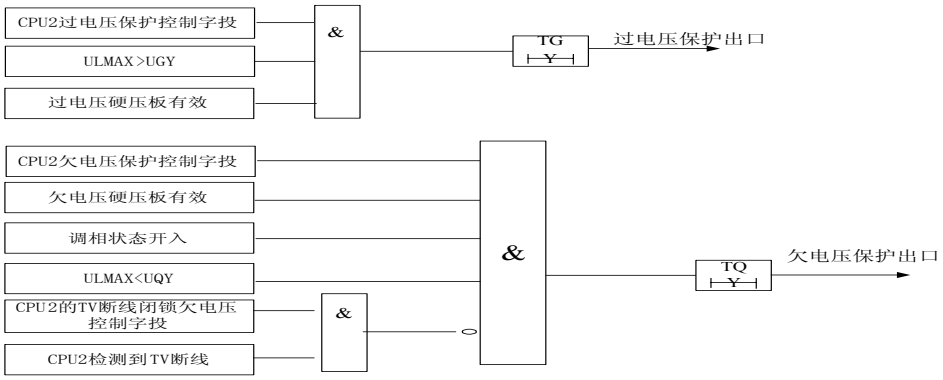


图 4-14 电压保护原理框图

6） CPU2 检测到 TV 断线逻辑框图

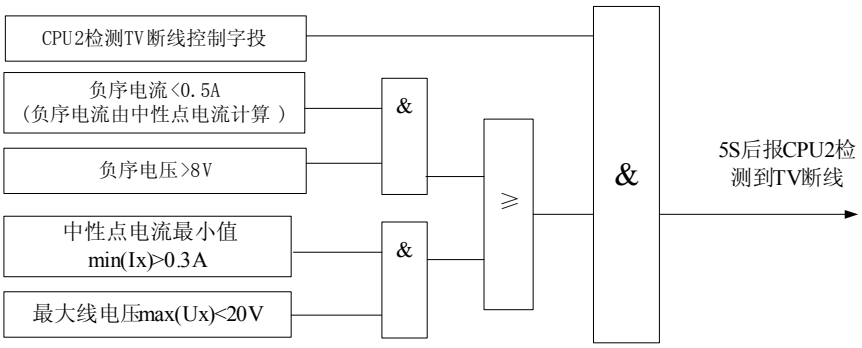


图 4-15 CPU2 检测 TV 断线逻辑

4.8 定子接地保护

1） 保护原理

定子接地保护反应发电机定子一点接地故障，针对不同的主接线形式，有两种不同的原理：一种是基波零序电流定子接地保护，一种是基波零序电压定子接地保护。保护设一段延时，出口方式通过控制字选择既可以是发信，也可以是全停。

对于基波零序电流定子接地保护，其零序电流选择为发电机定子接地专用零序电流互感器；对于基波零序电压定子接地保护，其零序电压选择为发电机机端零序电压互感器。为了提高三次谐波的滤过能力，采用零点滤过器叠加付氏算法，三次谐波滤过比大于 100 倍以上。保护还设置有机端 TV 断线闭锁基波零序电压定子接地保护功能，防止机端 TV 断线时，基波零序电压定子接地保护误动作。

2） 基波零压定子接地启动逻辑

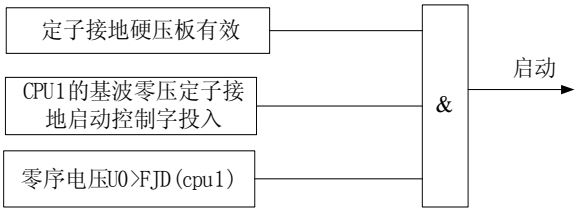


图 4-16 基波零压定子接地启动逻辑

3） 基波零流定子接地启动逻辑

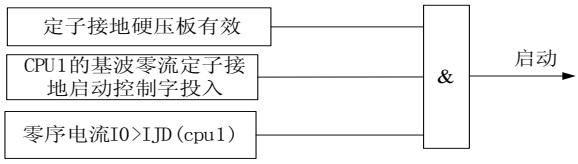


图 4-17 基波零流定子接地启动逻辑

4） 保护动作逻辑框图

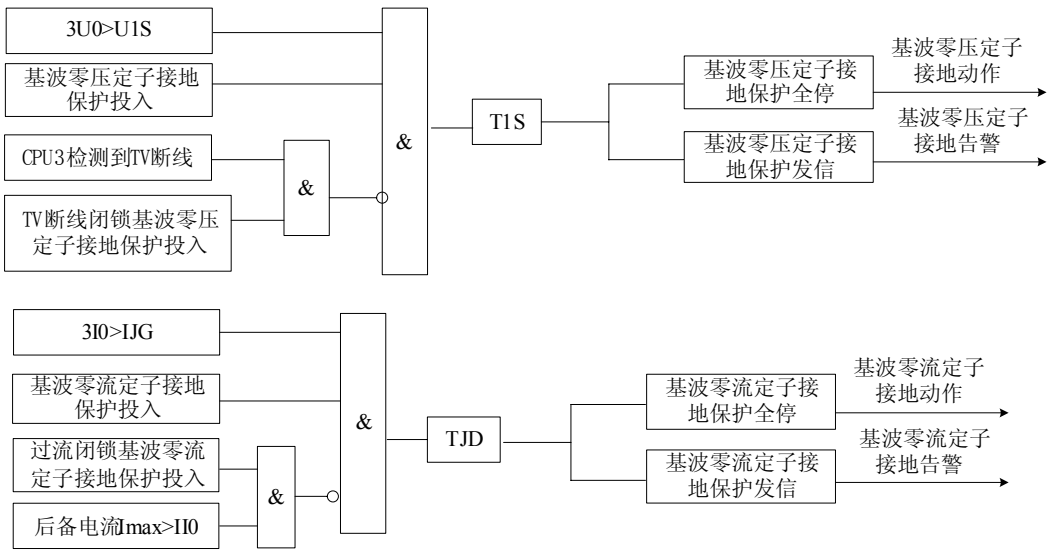


图 4-18 定子接地保护原理框图

4.9 转子一点接地保护

1） 保护原理

转子一点接地保护主要反应转子对大轴绝缘电阻的下降。采用“乒乓”式变电桥原理，其设计思想是：通过电子开关 S1、S2 轮流切换，改变电桥两臂电阻值的大小，通过求解三种状态下的回路方程，实时计算转子接地电阻。保护的动作判据为：

$$R_g < RS \qquad (6)$$

式中：R_g 为转子对地测量电阻，

RS 为整定的接地电阻值。

保护对 S1 和 S2 开关有良好的自检功能。此外变电桥式转子一点接地保护与接地点的位置和励磁电压无关，在转子绕组任何地点发生接地故障时，均具有很高的灵敏度。

2） 保护动作逻辑框图

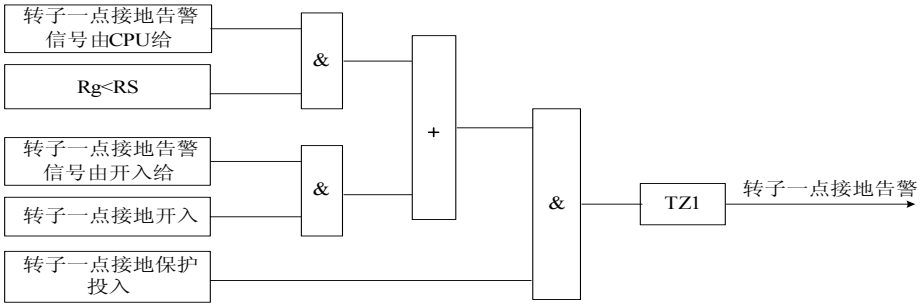


图 4-19 转子一点接地保护原理框图

4.10 转子两点接地保护

1） 保护原理

当转子一点接地动作后，装置自动投入转子两点接地保护。保护采用机端电压的二次谐波正序分量作为判别量，保护经延时发出跳闸（全停）命令。

保护的动作判据为：

$$U_{12} > U_{2S} \qquad (7)$$

式中：U_{12}、U_{2S} 分别为机端正序电压的二次谐波分量和整定定值。

2） 转子两点接地启动逻辑

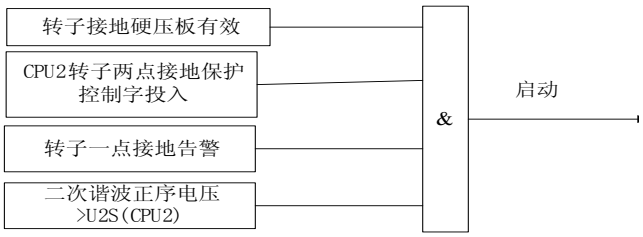


图 4-20 转子两点接地保护启动逻辑

3） 保护动作逻辑框图

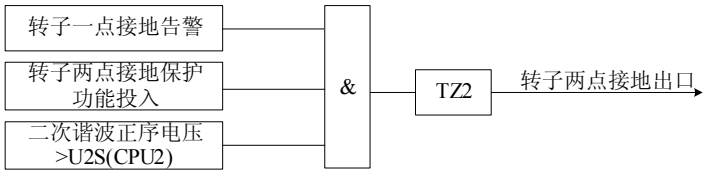


图 4-21 转子两点接地保护原理框图

4.11 失磁保护

发电机的励磁系统发生故障出现低励失磁时，机端测量阻抗、励磁电压、发电机与系统的交换无功等都会与正常运行时有所不同，失磁保护根据这些变化分别构成不同的判据，另辅以机端低电压加速跳闸判据。失磁保护中所用的逆无功计算方法为：CPU1 判断启动时由机端线电压和机端电流用两表法计算而得。CPU3 判断时逆无功的计算方法为：当测量 CT 投入运行（CPU3 的控制字 KG32.D12=1）且后备电流小于 6A 时，用测量电流和机端线电压计算功率，否则用后备电流和机端线电压计算功率。

1） 失磁保护启动逻辑

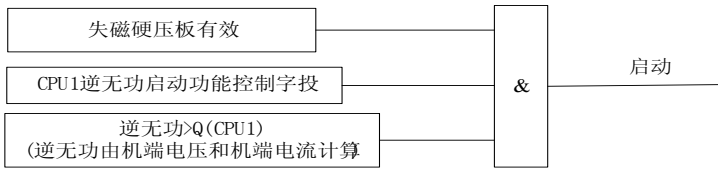


图 4-22 失磁保护启动逻辑

2） 失磁保护开入判据

失磁保护采用失磁开入（采用三取二方式）保护原理，为了提高失磁保护的可靠性，结合逆无功元件识别失磁故障，保护动作于停机。

装置具有失磁开入状态正常与否的监视功能，当三个失磁开入有任何一个有效，但逆无功不动作时，认为失磁开入异常，给出告警信息。

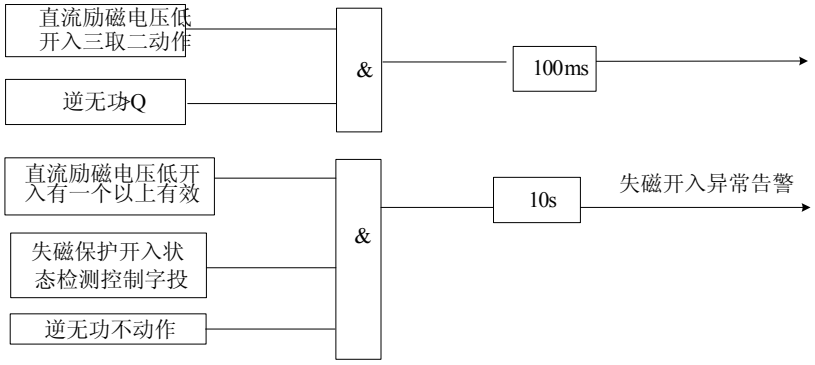


图 4-23 失磁保护开入判据原理框图

3） 失磁保护低励判据

失磁保护低励判据主判据采用转子励磁电压，为了提高失磁保护的可靠性，结合逆无功元件识别励磁故障，保护动作于停机。

装置具有直流励磁回路正常与否的监视功能，当励磁回路异常告警功能投入时，判别直流励磁电压低于 8V，但无功不反向，经延时 10s 报直流励磁电压回路异常告警，提醒运行人员处理。

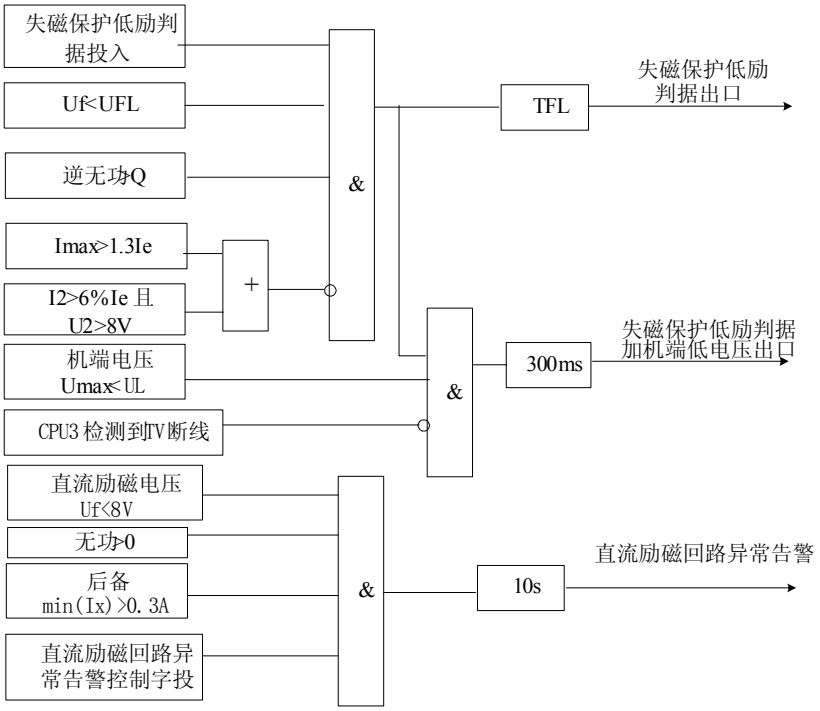


图 4-24 失磁保护低励判据原理框图

4） 失磁保护阻抗判据

失磁保护阻抗特性可选为圆特性或苹果圆特性。阻抗特性在复平面上的位置可任意，用户可根据静稳边界或异步边界进行整定。阻抗动作方程为：

$$(X_{ab}-X_0)^2+(R_{ab}-X_0)^2\le R^2 \qquad (8)$$

式中： Xab、Rab 分别为机端 ab 相测量阻抗的电抗和电阻分量，Zab=Uab/Iab

其中：Uab---发电机机端电压，Iab—发电机后备电流

X0、R0 分别为圆心向量；R 为圆半径。

为了防止在其他非失磁情况下的测量阻抗进入动作特性内造成失磁保护误动，设有相应的闭锁措施。为躲过系统振荡的影响，设有 T6 时限。

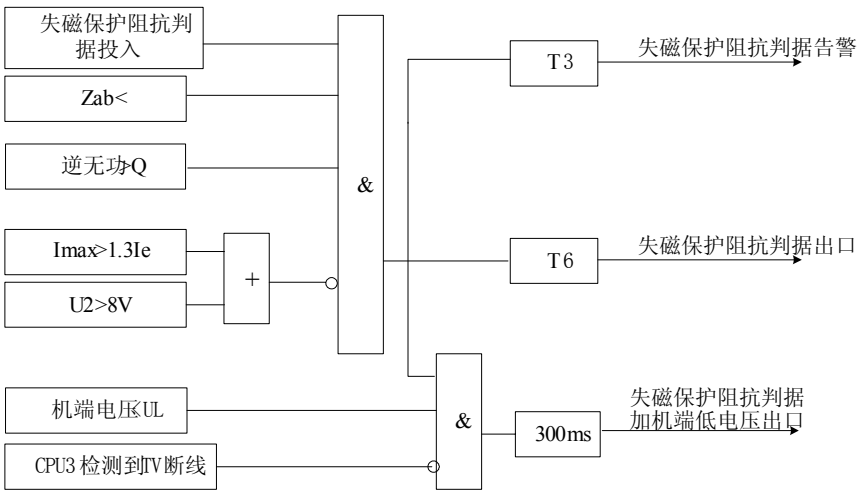


图 4-25 失磁保护阻抗判据原理框图

4.12 开入闭锁低压过流（水车停机闭锁）保护

1） 开入闭锁低压过流（水车停机闭锁）保护原理

保护取后备电流和机端电压。保护设一段一个时限定值。

2） 开入闭锁低压过流保护启动逻辑

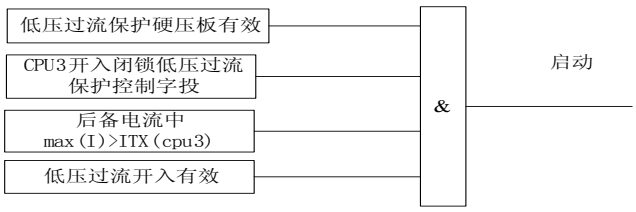


图 4-26 开入闭锁低压过流保护启动逻辑

3） 保护动作逻辑框图

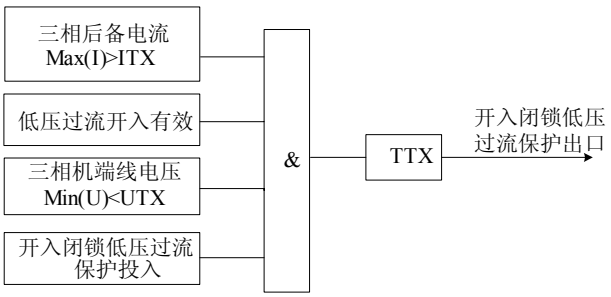


图 4-27 开入闭锁低压过流（水车停机闭锁）保护原理框图

4.13 逆功率保护

1） 保护原理

逆功率保护是作为汽轮机突然停机的保护，逆功率运行对机组的主要危害是汽轮机尾部长叶片的过热，一般规定逆功率运行的时间不得超过 3min。对于燃气轮机、柴油发电机也有装设逆功率保护的需要，目的在于防止未燃尽物质有爆炸和着火的危险。

逆功率保护中功率的计算方法为：当测量 CT 投入运行（KG32.D12=1）且后备电流小于 6A 时，用测量电流和机端线电压计算功率，否则用后备电流和机端线电压计算功率。计算公式为：

$$P = \mathrm{Re}\left[\dot{U}_{AB}\hat{\dot{I}}_{A} + \dot{U}_{CB}\hat{\dot{I}}_{C}\right] \qquad (9)$$

逆功率保护包括一段两时限，其中第一时限动作后作用于信号，第二时限动作后作用于跳闸。

2） 逆功率保护启动逻辑

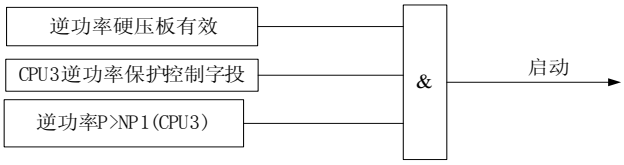


图 4-28 逆功率保护启动逻辑

3） 保护动作逻辑框图

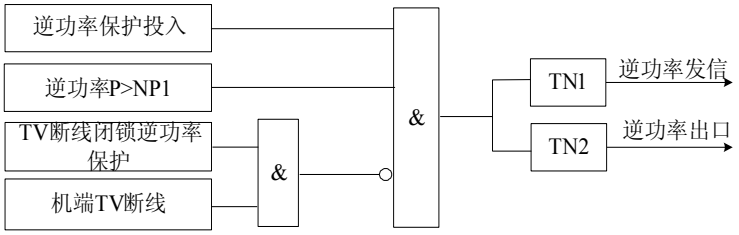


图 4-29 逆功率保护原理框图

4.14 高压侧过负荷告警及启动通风

设有变压器高压侧过负荷告警，过负荷告警动作于告警继电器，电流采用变压器高压侧电流的最大值。

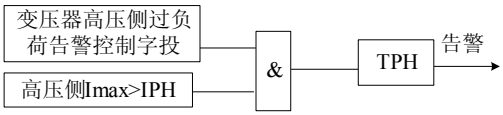


图 4-30 高压侧过负荷告警框图

设有变压器高压侧过负荷启动通风，过负荷启动通风动作于启动通风继电器以及发信继电器，电流采用变压器高压侧电流的最大值。

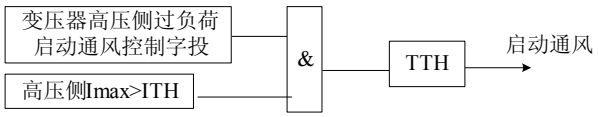


图 4-31 高压侧过负荷启动通风框图

4.15 低压侧过负荷告警及启动通风

设有变压器低压侧过负荷告警，过负荷告警动作于告警继电器，电流采用发电机中性点电流的最大值。

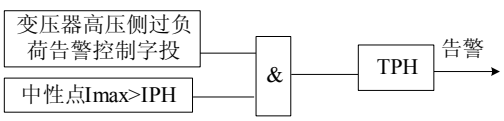


图 4-32 低压侧过负荷告警框图

设有变压器低压侧过负荷启动通风，过负荷启动通风动作于启动通风继电器以及发信继电器，电流采用发电机中性点电流的最大值。

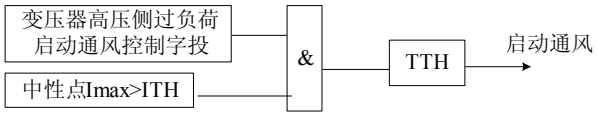


图 4-33 高压侧过负荷启动通风框图

4.16 出口的配置方案

（1）装置提供四付全停出口触点，分别对应：跳出口断路器、跳灭磁开关、原动机停机、备用出口 1；

（2）提供三付缩小故障范围出口触点，分别对应：跳变压器出口断路器、跳近区变断路器、跳厂用变出口；

（3）提供两付备用出口，一付常开触点和一付常闭触点；

（4）提供一付启动通风触点，也可供其他出口用。

5 定值清单

对于 HSG300C 装置和 HSG300D 装置，CPU1 和 CPU3 的定值完全一样，CPU2 的定值有区别，具体如下：

5.1 CPU1 定值清单

HSG 300C（HSG300D）型 CPU-1 保护定值清单

序号	代码	定值名称	定值类型	整定范围
1	K11	控制字 1	十六进制数	0000H～FFFFH
2	KMD	变压器接线型式（十六进制，H）	十六进制数	0000H～FFFFH
3	KP	差动平衡系数	短定值	0.250~4.00
4	QD	突变量启动电流定值（A）	短定值	0.2A～17A
5	FQ	过电流稳态量启动电流定值（A）	短定值	0.2A~99.9A
6	FJD	定子接地零压稳态量启动定值(V)	长定值	2~100V
7	FGY	机端过电压稳态量启动定值(V)	长定值	100V~200V
8	IJD	定子接地零流稳态量启动定值(A)	短定值	0.1A~99.9A
9	ICQ	差动电流稳态量启动定值(A)	短定值	0.2A~99.9A
10	QQ	逆无功稳态量启动定值(Var)	长定值	4~999Var
11	I2F	负序电流稳态量启动定值(A)	短定值	0.2A~99.9A

HSG 300C（HSG300D）型 CPU-1 保护控制字 1 K11 位含义

位	置 1 含义	置 0 含义
D0	启动返回条件受 CPU2 控制	启动返回条件不受 CPU2 控制
D1	启动返回条件受 CPU3 控制	启动返回条件不受 CPU3 控制
D2	定子接地零流稳态量启动功能投入	定子接地零流稳态量启动功能退出
D3	定子接地零压稳态量启动功能投入	定子接地零压稳态量启动功能退出
D4	机端过电压稳态量启动功能投入	机端过电压稳态量启动功能退出
D5	差流辅助启动功能投入	差流辅助启动功能退出
D6	逆无功启动功能投入	逆无功启动功能退出
D7	负序电流启动功能投入	负序电流启动功能退出
D8	电流突变量启动功能投入	电流突变量启动功能退出
D9	电流稳态量启动功能投入	电流稳态量启动功能退出
D10		
D11		

D12		
D13		
D14		
D15		

KMD 变压器接线型式
用于各侧 TA 二次回路均 Y 接线时软件相位自校正

KMD	含义
0000	无校正
0001	变压器 Y/Y（Y/Y0、Y0/Y）接线
0002	变压器 Y/Δ-11 接线
0004	变压器 Y/Δ-1 接线

5.2 HSG300C（发电机保护）的 CPU2 定值清单

HSG 300C 型 CPU-2 保护定值清单

序号	代码	定值名称	定值类型	整定范围
1	K41	控制字 1	十六进制数	0000H~FFFFH
2	Ie	发电机二次额定电流定值	短定值	0.5A~5A
3	ISD	差动速断电流定值	短定值	0.5A~99.9A
4	ICD	差动最小动作电流定值	短定值	0.5A~99.9A
5	KID	差动特性斜率	短定值	0.3~0.7
6	RZ	转子一点接地保护接地电阻动作值	短定值	0.5 kΩ~50 kΩ
7	TZ1	转子一点接地保护时间定值	长延时	0.2s~499.9s
8	U2S	转子两点接地保护正序二次谐波定值	短定值	0.4V~99.9V
9	TZ2	转子两点接地保护动作时间	短延时	0.1s~49.9s
10	UGY	过电压保护电压定值	长定值	50V~180V
11	TGY	过电压保护时间定值	长延时	0s~499.9s
12	UQY	欠电压保护电压定值	长定值	0V~100V
13	TQY	欠电压保护时间定值	长延时	0s~499.9s

HSG 300C 型 CPU-2 保护控制字 1 K41 位含义

位	置 1 含义	置 0 含义
D0	差动速断保护投入	差动速断保护退出
D1	比率差动保护投入	比率差动保护退出

D2	差流越限告警功能投入	差流越限告警功能退出
D3	TV 断线检测功能投入	TV 断线检测功能退出
D4	差动 TA 断线检测功能投入	差动 TA 断线检测功能退出
D5	差动 TA 断线闭锁单相差动保护	差动 TA 断线不闭锁单相差动保护
D6	转子一点接地保护投入	转子一点接地保护退出
D7	转子两点接地保护投入	转子两点接地保护退出
D8		
D9		
D10		
D11		
D12	过电压保护投入	过电压保护退出
D13	欠电压保护投入	欠电压保护退出
D14	转子一点接地由开入输入	转子一点接地由 CPU 判断
D15	TV 断线闭锁欠电压保护	TV 断线不闭锁欠电压保护

5.3 HSG300D（发变组保护）的 CPU2 定值清单

HSG 300D 型 CPU-2 保护定值清单

序号	代码	定值名称	定值类型	整定范围
1	K21	控制字 1	十六进制数	0000H~FFFFH
2	K22	控制字 2	十六进制数	0000H~FFFFH
3	KMD	变压器接线型式	十六进制数	0000H~FFFFH
4	KP	差动平衡系数	短定值	0.250~4.00
5	IE1	高压侧额定电流	短定值	0.5A~5A
6	IE2	机中性点额定电流	短定值	0.5A~5A
7	ISD	差动速断电流定值	短定值	0.5A~99.9A
8	ICD	差动最小动作电流定值	短定值	0.5A~99.9A
9	IB	制动电流拐点值	短定值	0.5A~99.9A
10	KID	差动特性斜率	短定值	0.3~0.7
11	K2	二次谐波制动比	短定值	0.1~0.3
12	RZ	转子一点接地保护接地电阻动作值	短定值	0.5 kΩ~50 kΩ
13	TZ1	转子一点接地保护时间定值	长延时	0.2s~499.9s

14	U2S	转子两点接地保护正序电压二次谐波定值	短定值	0.4V~10V
15	TZ2	转子两点接地保护动作时间	短延时	0.1s~49.9s
16	UGY	过电压保护电压定值	长定值	50V~180V
17	TGY	过电压保护时间定值	长延时	0s~499.9s
18	UQY	欠电压保护电压定值	长定值	0V~180V
19	TQY	欠电压保护时间定值	长延时	0s~499.9s
20	IPH	变压器高压侧过负荷告警电流定值	短定值	0.5A~99.9A
21	TPH	变压器高压侧过负荷告警延时	长延时	0.1s~499.9s
22	ITH	变压器高压侧过负荷启动通风电流定值	短定值	0.5A~99.9A
23	TTH	变压器高压侧过负荷启动通风延时	长延时	0.1s~499.9s
24	IPL	变压器低压侧过负荷告警电流定值	短定值	0.5A~99.9A
25	TPL	变压器低压侧过负荷告警延时	长延时	0.1s~499.9s
26	ITL	变压器低压侧过负荷启动通风电流定值	短定值	0.5A~99.9A
27	TTL	变压器低压侧过负荷启动通风延时	长延时	0.1s~499.9s

HSG 300D 型 CPU-2 保护控制字 1 K21 位含义

位	置 1 含义	置 0 含义
D0	差动速断保护投入	差动速断保护退出
D1	比率差动保护投入	比率差动保护退出
D2	差流越限告警功能投入	差流越限告警功能退出
D3	TV 断线检测功能投入	TV 断线检测功能退出
D4	差动 TA 断线检测功能投入	差动 TA 断线检测功能退出
D5	差动 TA 断线闭锁单相差动保护	差动 TA 断线不闭锁单相差动保护
D6	转子一点接地保护投入	转子一点接地保护退出
D7	转子两点接地保护投入	转子两点接地保护退出
D8	变压器高压侧过负荷告警投入	变压器高压侧过负荷退出
D9	变压器高压侧过负荷启动通风投入	变压器高压侧过负荷启动通风退出
D10	变压器低压侧过负荷告警投入	变压器低压侧过负荷退出
D11	变压器低压侧过负荷启动通风投入	变压器低压侧过负荷启动通风退出
D12	过电压保护投入	过电压保护退出
D13	欠电压保护投入	欠电压保护退出

D14	转子一点接地由开入给出	转子一点接地由 CPU 判断
D15	TV 断线闭锁欠电压保护	TV 断线不闭锁欠电压保护

HSG 300D 型 CPU-2 保护控制字 2 K22 位含义

位	置 1 含义	置 0 含义
D0	二次谐波制动投入	二次谐波制动退出
D1	制动电流为两侧最大值	制动电流为两侧平均值
D2		
D3		
D4		
D5		
D6		
D7		
D8		
D9		
D10		
D11		
D12		
D13		
D14		
D15		

KMD 变压器接线型式
用于各侧 TA 二次回路均 Y 接线时软件相位自校正

KMD	含义
0000	无校正
0001	变压器 Y/Y（Y/Y0、Y0/Y）接线
0002	变压器 Y/Δ-11 接线
0004	变压器 Y/Δ-1 接线

5.4 CPU3 定值清单

HSG 300C（HSG300D）型 CPU-3 保护定值清单

序号	代码	定值名称	定值类型	整定范围
1	K31	控制字 1	十六进制数	0000H~FFFFH
2	K32	控制字 2	十六进制数	0000H~FFFFH
3	IG1	复压过流 I 段电流定值	短定值	0.5A~99.9A

序号	代码	定值名称	定值类型	整定范围
4	TG1	复压过流 I 段时间定值	短延时	0s~49.9s
5	IG2	复压过流 II 段电流定值	短定值	0.5A~99.9A
6	TG2	复压过流 II 段时间定值	短延时	0s~49.9s
7	UD	复压元件低电压定值	长定值	0V~120V
8	U2	复压元件负序电压定值	长定值	0V~120V
9	TJY	电流记忆时间	短延时	0~20s
10	I21	负序过流 I 段定值	短定值	0.5A~99.9A
11	TF1	负序过流 I 段动作时间	短延时	0s~49.9s
12	I22	负序过流 II 段定值	短定值	0.5A~99.9A
13	TF2	负序过流 II 段动作时间	短延时	0s~49.9s
14	IFH	定子过负荷保护电流定值	短定值	0.5A~99.9A
15	TFH	定子过负荷保护时间定值	长延时	0.1s~499s
16	IFX	负序过负荷保护电流定值	短定值	0.5A~99.9A
17	TFX	负序过负荷保护时间定值	长延时	0.1s~499s
18	IJD	基波零流定子接地保护零流定值	短定值	0.01A~99.9A
19	TJD	基波零流定子接地保护时间定值	短延时	0s~49.9s
20	II0	基波零流定子接地保护闭锁电流	短定值	0.5A~99.9A
21	U1S	基波零压定子接地保护零压定值	长定值	2V~180V
22	T1S	基波零压定子接地保护时间定值	短延时	0s~49.9s
23	ITX	开入闭锁低压过流保护电流定值	短定值	0.5A~99.9A
24	UTX	开入闭锁低压过流保护电压定值	长定值	0V~180V
25	TTX	开入闭锁低压过流保护时间定值	短延时	0s~49.9s
26	Q	失磁保护逆无功定值	长定值	0Var ~999Var
27	UFL	失磁低励判据励磁电压定值	长定值	10V~500V
28	TFL	失磁低励判据动作时间	短延时	0s~49.9s
29	UL	失磁保护电压定值	长定值	2V~100V
30	Ie	发电机二次侧额定电流定值	短定值	0.5A~5A
31	X0	阻抗圆心位置电抗分量	短定值	0Ω~99.9Ω
32	R0	阻抗圆心位置电阻分量	短定值	0Ω~99.9Ω
33	R	阻抗特性圆半径	短定值	0Ω~99.9Ω

序号	代码	定值名称	定值类型	整定范围
34	T3	阻抗判据失稳延时	长延时	0s~6553s
35	T6	阻抗判据跳闸延时	长延时	0s~6553s
36	NP1	逆功率保护功率定值	长定值	0W~999W
37	TN1	逆功率 I 时限延时	短延时	0s~49.9s
38	TN2	逆功率 II 时限延时	长延时	0s~6553s
39	CT	电流互感器变比（A/A）	长定值	1~999
40	PT	电压互感器变比（KV/V）	短定值	0.01~99.9

〔注〕其中阻抗判据失稳延时、阻抗判据跳闸延时、逆功率 II 时限延时在程序中使用时以 100 毫秒为单位累加，面板整定步长为 0.1s，后台整定步长为 1s。

HSG 300C（HSG300D）型 CPU-3 保护控制字 1 K31 位含义

位	置 1 含义	置 0 含义
D0	复压过流保护 I 段投入	复压过流保护 I 段退出
D1	复压过流保护 II 段投入	复压过流保护 II 段退出
D2	复压过流保护 I 段经复压闭锁	复压过流保护 I 段不经复压闭锁
D3	复压过流保护 II 段经复压闭锁	复压过流保护 II 段不经复压闭锁
D4	复压过流保护 I 段缩小故障范围	复压过流保护 I 段全停
D5	电流记忆功能投入	电流记忆功能退出
D6	负序过流保护 I 段投入	负序过流保护 I 段退出
D7	负序过流保护 II 段投入	负序过流保护 II 段退出
D8	负序过流保护 I 段缩小故障范围	负序过流保护 I 段全停
D9	定子过负荷保护投入	定子过负荷保护退出
D10	负序过负荷保护投入	负序过负荷保护退出
D11	TA 断线闭锁负序过电流保护	TA 断线不闭锁负序过电流保护
D12	TV 断线闭锁逆功率保护	TV 断线不闭锁逆功率保护
D13	TA 断线检测功能投入	TA 断线检测功能退出
D14	TV 断线检测功能投入	TV 断线检测功能退出
D15	TV 断线闭锁复压过流保护	TV 断线不闭锁复压过流保护

HSG 300C（HSG300D）型 CPU-3 保护控制字 2 K32 位含义

位	置 1 含义	置 0 含义
D0	基波零流定子接地保护投入	基波零流定子接地保护退出

D1	基波零流定子接地保护发信	基波零流定子接地保护全停
D2	基波零压定子接地保护投入	基波零压定子接地保护退出
D3	基波零压定子接地保护发信	基波零压定子接地保护全停
D4	开入闭锁低压过流保护投入	开入闭锁低压过流保护退出
D5	失磁保护开入判据投入	失磁保护开入判据退出
D6	失磁保护低励判据投入	失磁保护低励判据退出
D7	失磁保护阻抗判据投入	失磁保护阻抗判据退出
D8	直流励磁回路监测功能投入	直流励磁回路监测功能退出
D9	失磁保护开入状态监测功能投入	失磁保护开入状态监测功能退出
D10	逆功率 I 段保护投	逆功率 I 段保护退
D11	逆功率 II 段保护投	逆功率 II 段保护退
D12	测量 TA 投入运行	测量 TA 未投入运行
D13	TV 断线闭锁基波零压定子接地保护	TV 断线不闭锁基波零压定子接地保护
D14	过流闭锁基波零流定子接地保护	过流不闭锁基波零流定子接地保护
D15	备用	备用

6 整定计算

6.1 控制字 KG1、KG2：

a) 格式：均为十六位的二进制数，格式为

高位 低位

D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0

b) 说明：以十六进制数输入定值，备用的位整定为 0，KG1.x 指的是 KG1 的 Dx 位。汉化面板中已对各位控制字有所说明。

6.2 发电机二次额定电流 Ie

a) 公式： $\mathrm{Ie}=I_{Ge}/\mathrm{n}_{\mathrm{Ge}}$ ，

式中：I_{Ge} 为发电机一次额定电流，n_{Ge} 为电流互感器变比。

b) 例：发电机一次额定电流为 230A，电流互感器变比为 300/5，则

$\mathrm{Ie}=230/(300/5)=3.83\mathrm{A}$ 。

6.3 发电机差动保护定值

a) 差动速断电流定值 ISD：ISD 一般取（3~5）I_e 。

b) 差动最小动作电流定值 ICD：

- $\mathrm{ICD}=K_{rel}\times K_{er}\times I_{Ge}$ ，
  - ✧ K_{rel} 为可靠系数，通常取 1.5；
  - ✧ K_{er} 为电流互感器变比误差，与所采用电流互感器的型号有关，通常 10P 级电流互感器取 0.06，5P 级电流互感器取 0.02；
- 建议 ICD 整定为：（0.3~0.6）I_e 。
- 另外需要考虑：$\mathrm{ICD}=K_{rel}\times I_{unb.o}$ ，

  其中：$I_{unb.o}$ 为发电机额定负荷状态下，实测差动保护中的不平衡电流。实际中如果 $I_{unb.o}$ 较大，应查清 $I_{unb.o}$ 增大的原因，并及时消除。

c) 拐点电流定值 IB：一般取额定电流的 0.9 倍。

d) 差动特性斜率 KID：$KID=\dfrac{ISD-ICD}{ISD/K_{res.\max}-IB}$ ，

- $K_{res.\max}$ 为最大制动系数，

$$K_{res.\max} = K_{rel} \times K_{ap} \times K_{cc} \times K_{er}$$

- ✧ K_{ap} 为非周期分量系数，取 1.5~2.0；
- ✧ K_{cc} 为同型系数，取 0.5；
- ✧ K_{er} 取 0.1。
- ✧ 通常为安全可靠，适当抬高制动系数取 $K_{res.\max}$ =0.3。

e) 电流越限告警定值 ICL：内部固定为 0.8ICD。

6.4 发电机复压过流保护定值

a) 过流 I 段、II 段电流定值 IG1、IG2：

- 过流 I、II 段电流定值的整定视现场具体应用情况而定。用户可以选择配置一段或者两段。如果配置两段，通常考虑如下的定值配合：发电机的过流保护 I 段的定值考虑与变压器过流保护 I 段定值配合；II 段考虑躲过发电机的最大负荷电流整定。如果配置 I 段，则按照躲过发电机的最大负荷电流整定。整定公式可以参考下面两公式：

公式 1 ： $\mathrm{IG1} = \dfrac{K_{rel} I_{l.\max}}{K_r n_a}$ 式中：

- ✧ K_{rel} 为可靠系数，通常取 1.3~1.5；
- ✧ K_r 为返回系数，通常取 0.85~0.95；
- ✧ n_a 为选用的 TA 变比；
- ✧ $I_{l.\max} = 1.1 I_{GL1} + I_{g.\max}$，其中：

  I_{GL1} 为考虑配合的相邻元件的 I 段过流定值，

  $I_{g.\max}$ 为发电机正常运行时最大负荷电流。

公式 2 $\mathrm{IG2} = \dfrac{K_{rel} I_{Ge}}{K_r}$ 式中：

- ✧ K_{rel} 、K_r 意义同上，
- ✧ I_e 为发电机二次额定电流。

- 注意：除了上述的考虑，还需考虑调度或供电局给定的过流定值的限额，从而综合整定过流定值。
- 校验：过流定值通常考虑主变压器高压侧母线两相短路的条件校验，公式为：

$$K_{sen} = \frac{I_{k.\min}^{(2)}}{IGi \times n_a}$$ 式中：

✧ $I_{k.\min}^{(2)}$ 为主变高压侧母线金属性两相短路时，流过保护的最小短路电流；

✧ IGi（I=1,2）为过电流 I 段、II 段电流定值；

✧ n_a 为保护所用 TA 变比。通常要求 $K_{sen} \geq 1.2 \sim 1.5$。

b) 过流 I 段、II 段动作时间 TG1、TG2：

- 过流Ⅰ、Ⅱ 段动作时间 TG1、TG2 的配合和整定与定值整定类似，延时整定为在考虑配合的延时基础上增加 Δt。
- 注意：除了上述的考虑，还需考虑调度或供电局给定的各段过流定值的动作时间限额，从而综合整定动作时间。

c) 低电压定值 UD：

- 低电压元件的整定，因汽轮发电机和水轮发电机不同。通常有如下计算公式：

$$\begin{cases} UD = 0.6U_{Ge} & \text{汽轮发电机} \\ UD = 0.7U_{Ge} & \text{水轮发电机} \end{cases},$$

式中：U_{Ge} 为发电机二次额定电压。

- 低电压定值的灵敏度按照主变高压侧母线三相短路的条件校验，公式为：

$$K_{sen} = \frac{UD \times n_v}{X_t I_{k.\max}^{(3)}},$$

式中： n_v 为所用 TV 的变比；

$I_{k.\max}^{(3)}$ 为主变高压侧母线金属性三相短路时的最大短路电流。

X_t 为主变电抗，取 $X_t = Z_t$；

通常要求 $K_{sen} \geq 1.2$。

d) 负序电压定值 U2：

- 负序过电压元件按照躲过正常运行时的不平衡电压整定，一般取 $U2 = (0.06 \sim 0.08)U_{Ge}$，其中 U_{Ge} 为发电机二次额定线电压。
- 负序电压的灵敏度按照主变高压侧母线两相短路的条件校验，公式为：

$$K_{sen} = \frac{U_{2.\min}}{U2 \times n_v}$$

式中： $U_{2.\min}$ 为主变高压侧两相短路时，保护安装处的最小负序电压；

n_v 为所用 TV 的变比。

通常要求 $K_{sen} \geq 1.5$。

e) 电流记忆时间 TJY：

对于自并励发电机，短路故障后电流将衰减变小，故障电流在过流保护动作出口前就可能已经返回，因此，在复合电压过流保护起动后，过流元件需带记忆功能，使保护能可靠动作出口，电流是否带记忆功能可通过控制字选择。TJY 整定范围为（0~20）s。

f) 低压过流的整定：

投入复压过流保护经复压闭锁控制字，若将负序电压定值 U2 整定为 100，即相当于退出负序电压元件，此时复压过流就变成低压过流保护。

6.5 发电机定子过负荷和负序过负荷保护定值

a) 定子过负荷保护电流定值 IFH、时间定值 TFH

- IFH：按照发电机长期允许的负荷电流下能可靠返回整定，计算公式为：

$$IFH=\frac{K_{rel}I_e}{K_r}$$，

式中： K_{rel} 为可靠系数，取 1.05；

K_r 为返回系数，取 0.85～0.95；

I_e 为发电机二次额定电流。

- 定子过负荷保护时间定值 TFH：按躲过后备保护的最大时延整定。

b) 负序过负荷保护电流定值 IFX、时间定值 TFX

- IFX：按照发电机长期允许的负序电流 $I_{2\infty}$ 下能可靠返回的条件整定，公式：

$$IFX=\frac{K_{rel}I_{2\infty}I_e}{K_r}$$，

式中： K_{rel} 为可靠系数，通常取 1.2；

K_r 为返回系数，通常取 0.85~0.95；

I_e 为发电机二次额定电流；

$I_{2\infty}$ 为发电机长期允许负序电流的标么值。

- 负序过负荷保护时间定值 TFX 通常躲过后备保护的最大延时整定。

6.6 发电机过电压和欠电压保护定值

a) 过电压保护电压定值 UGY、时间定值 TGY：

发电机过电压保护的整定值，应根据电机制造厂提供的允许过电压能力或定子绕组的绝缘状况决定。

- 对于水轮发电机，$UGY=1.5U_{Ge}$，

式中：U_{Ge} 为发电机二次额定电压；

动作时间为 TGY=0.5s，动作于全停。

- 对于采用可控硅励磁的水轮发电机，$UGY = 1.3U_{Ge}$。

  式中：U_{Ge} 为发电机二次额定电压；

  动作时间为 TGY=0.3s，动作于全停。

b) 欠电压保护

通常用于调相机。根据现场实际情况进行整定。

6.7 发电机开入闭锁低压过流保护定值

开入闭锁低压过流保护电流定值 ITX、电压定值 UTX、时间定值 TTX：根据现场实际情况进行整定。

6.8 发电机失磁保护定值

a) 失磁保护逆无功定值：

- 逆无功定值 Q 一般整定为 10%Se，

  Se 为发电机二次视在功率（W），$\mathrm{Se}=\sqrt{3}I_e U_{Ge}$，

  式中：Ie 为发电机二次额定电流，

  U_{Ge} 为发电机二次额定线电压。

- 例：发电机二次额定电流 Ie＝3.83A，U_{Ge}＝100V，

  则$\mathrm{S_e}=\sqrt{3}\mathrm{I_e U_{Ge}}=\sqrt{3}\cdot 3.83\cdot 100=663.4\mathrm{VA}$，

  因此 Q＝10%Se＝66.3Var。

b) 失磁保护低励判据励磁电压定值

- 低励判据的励磁电压U_{fl}一般取(0.2~0.8) U_{fd0}，

  U_{fd0} 为发电机空载励磁电压值；

- 低励判据时间定值一般取为 0.3~10s。

- 失磁保护阻抗判据定值

  按照静稳边界整定：

$$R_0 = 0$$

$$X_0 = \frac{1}{2}(X_T + X_S - X_d)$$

$$|R| = \frac{1}{2}(X_T + X_S + X_d)$$

式中： XT—折算到机端的变压器电抗值；

XS—折算到机端的系统电抗值；

Xd—发电机的同步电抗值。

- 机端低电压定值一般整定为 50~90V。

6.9 发电机逆功率保护定值

a) 保护的动作功率 Pn：

保证汽机安全和发电机可能的最大无功工况下发生事故整定，一般

$$P_n = K_{rel}(P_1 + P_2)$$

式中： Krel—可靠系数，取 0.5～0.8；

P1—汽轮机在逆功率运行时的最小损耗，一般取额定功率的 2%~4%；

P2—发电机在逆功率运行时的最小损耗，一般取额定功率的 $(1-\eta)P_e$。

b) 保护动作时限：

- 一般取 t1=1.0s~1.5s 动作于信号；
- t2 按汽轮机允许的断汽运行时间整定，一般取 100s~180s。

6.10 基波零流定子接地保护定值

a) 基波零流定子接地保护定值 IJD：

一般整定为 0.2Ie~10Ie。

b) 闭锁过流定值

可根据现场实际情况整定。

c) 动作时间

应大于系统接地保护的动作时限，一般为(5-20)s。

6.11 基波零压定子接地保护定值

a) 基波零压定子接地保护定值 U1S：

按躲过正常运行时中性点单相电压互感器或机端电压互感器开口三角绕组的最大不平衡电压输出整定。为了提高基波零压保护的灵敏度，软件中设有高滤过比的三次谐波滤过器。该项定值可整定的较低，一般取(7~20)伏即可。

b) 动作时间

应大于系统接地保护的动作时限，一般为(5~20)s。

6.12 发电机转子接地保护定值

a) 转子接地电阻动作定值 RS：

- 水内冷机组 RS 一般取 1kΩ~3kΩ；

- 氢冷或空冷机组 RS 一般取 2kΩ。

b) 转子接地保护的时间定值

一般为 1s~10s。

6.13 负序过电流保护定值

a) 负序过流保护电流定值

负序过流定值一般整定为 8%IGe~10 IGe。

b) 负序过流保护时间定值一般整定为 0.2s~10s。

6.14 电流互感器变比 CT 和电压互感器变比 PT 定值

a) 电流互感器变比 CT（TA）（一次侧 A/二次侧 A）：

例如：电流互感器变比为 300/5，则 CT=300/5=60.0。

b) 电压互感器变比 PT（TV）（一次侧 kV/二次侧 V）：

例如：电压互感器变比为 10.5kV/100V，则 PT=10.5kV/100V=0.105。

6.15 发变组大差动保护定值整定说明

a）KPL为变压器低压侧平衡补偿系数。设变压器高低侧二次额定电流分别为I_{He}、I_{Le}，补偿时以高压侧二次电流不变为基准，则平衡系数为：

$$K_{PL}=\frac{U_L * CT_L}{U_H * CT_H} \qquad (5)$$

式中：K_{PL} 为平衡系数定值。

U_H、U_L分别为主变高压侧和主变低压侧额定电压。

CT_H、CT_L分别为主变高压侧和发电机中性点的CT变比

b） KMD 为变压器接线型式，用于各侧 CT（TA）二次回路均 Y 接时软件相位自校正。对于常规接线，即 CT（TA）二次接线采用变压器星侧角接、角侧星接的情况，应选择“无校正”。

KMD	含义
0000	无校正
0001	变压器 Y/△-1
0002	变压器 Y/△-11

c） KXB 为涌流时二次谐波制动的二次谐波制动比。当 KXB 整定较小时，制动可靠，但内部故障时灵敏度下降；KXB 整定较大时，内部故障时灵敏度增加。KXB 一般应经过主变投运前的数次空投试验确定。工程应用中常整定为 0.15~0.2。

7 用户手册

7.1 人机接口

人机对话即面板操作，通过面板的按键、液晶操作选择，完成各种功能；也可以用外接 PC 机的方式，通过 PC 机完成人机对话功能。

汉化 MMI 面板采用菜单提示和键盘控制相结合的人机对话方式，汉化菜单采用分级菜单操作，利用键盘可以实现各级菜单的选择及数据的输入。键盘及按钮简介如下：

液晶在正常情况下循环显示装置运行的状态参数，按 SET 键即显示主菜单。主菜单向下按照功能分为各级子菜单（目前最多为三级菜单）。进行菜单操作时，通过按上下左右键将手形光标移至菜单对应项的前面，按下 SET 键进入该项内容；根据进入菜单的级数，按一次或数次 QUIT 键，可一次或逐级退出当前菜单，返回正常显示状态。

正常显示时，如背景光不亮时，按上、下、左、右键中的任一个就可点亮背景光，按 QUIT 键又可使背景变暗。在菜单操作和有报文时，背景光自动点亮，便于观看。

菜单的各项操作中都有提示，菜单及提示均为汉字显示方式；并在主菜单中设有“帮助”项，其中“操作”子菜单对部分基本功能的操作有简单介绍，便于在线观看。因此对装置的操作变得更简单直观，人机对话更能满足用户要求。

打印部分也已实现汉化，定值以汉字方式打印出。

7.1.1 面板介绍

面板设置及功能见表 7-1：

表 7-1

名称	作用
液晶	1)正常运行显示 2)事件报文内容 3)操作提示
左键（◄）或右键（►）	左右移动光标
上键（▲）或下键（▼）	1)上下移动光标位置 2)加或减光标对应数字的值 3)翻页
确认键（SET）	进入主菜单；光标对应任务的功能确认
退出键（QUIT）	退出当前状态或回到正常运行显示
串行口	外接 PC 机
运行监视灯	正常运行时为绿色闪烁灯光，保护起动后灯光闪烁速率加快
保护动作灯	保护动作出口时，呈红色灯光信号
告警灯	外部回路或保护装置异常，呈红色灯光信号
串口灯	面板有数据收发时，双色灯闪烁。
CAN 网信号灯	CAN 网有数据收发时，双色灯闪烁。
复归按钮	1)复归灯光信号 2)开入操作确认
注：与灯光信号相应有液晶显示事件内容；	

7.1.2 面板功能简述

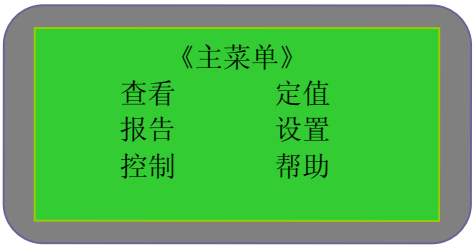
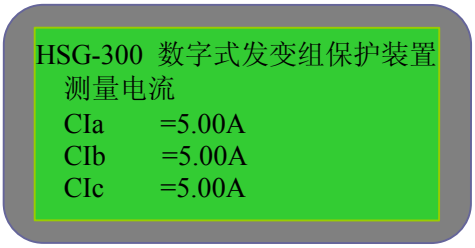


表 7-2是汉化MMI各级菜单功能的简单描述。

表 7-2

一级菜单	二级菜单	三级菜单	操作功能
查看	刻度	各个 CPU 刻度名称	查看各交流输入量的有效值及角度
	计算值	各个 CPU 计算值名称	查看功率、负序电压等的计算值
	开入	各个 CPU 开入状态	查看各开入状态及断路器位置触点
定值	定值修改		调保护定值并修改
	定值打印		打印保护定值
	站号修改		设定装置网络站号
报告	MMI 报告		调 MMI 历史报告
	删除		删除 MMI 历史报告
设置	时钟		手动设定当前时间
	CAN 设置		CAN 网波特率设置
	设置 CPU		选择各个 CPU 的投退
控制	开出传动		开出传动
	标变整定		刻度校准
帮助	关于		公司联系方式
	版本	MMI 版本	MMI 版本说明
		CPU 版本	CPU 版本说明
	操作	菜单选择	菜单选择的简要操作说明
		定值修改	定值修改的简要操作说明
		循环显示	循环显示的简要操作说明
		报告显示	报告显示的简要操作说明

7.1.3 正常运行液晶显示



正常运行时第一行显示“HSG-300 数字式发变组保护装置”和装置的实时时钟。在第二行及以后循环显示装置各个 CPU 投入的保护功能即压板状态、三相电流和三相线电压、零序电流和电压、差动电流、有功和无功循环显示。在执行任何菜单命令后，如持续 30s 不按任何键，也将自动返回到循环显示并熄灭背光灯。对正常显示作如下说明：

a) 电流分别为对应侧 A 相、B 相、C 相电流一次值，单位安(A)

b) 电压分别为对应侧 AB、BC、CA 电压一次值，单位伏(kV)

c) 有功、无功为对应侧的一次值，单位在后面显示出来。

7.2 运行维护

7.2.1 装置基本情况

HSG300 系列保护装置，该装置有 3 个 CPU 插件，第一个插件为起动插件，第二、三个插件按软件不同可配置主保护与各类后备保护。各种保护功能可以通过屏上保护压板或软压板、定值控制字及定值项数值整定实现投/退。

7.2.2 巡检

a） 装置面板灯光正常,除运行监视灯闪动（一秒闪动一次），其余灯皆不亮。

b） 液晶显示正常时钟正常，液晶循环显示内容与实际一次值、已投运压板。

c） 检查出口压板位置是否正确。

d） 如有打印机，检查打印机应正常。

7.2.3 保护动作后的处理

a） 不要停装置的直流电，不要急于对装置做模拟试验

b） 完整、准确记录灯光信号，装置液晶循环显示的报告内容。

c） 检查后台机(或打印机)的保护动作事件记录

d） 报告调度及保护人员

如有打印机，应立即从 CPU 和 MMI 板分别复制保护动作报告，如果无打印机或工程师站，应通知继保人员来处理，在此之前不应对装置断直流电或做模拟试验。

e） 收集、整理动作报告

f） 集中所有报告，记录，分析动作原因

g） 通知厂家，将报告记录及时传真至厂家

h） 查动作原因，必要时对装置做模拟试验

7.2.4 异常情况处理

任何异常情况，装置都能够发出告警信号。但告警的原因分外部异常、装置故障、操作

错误及个别综合因素

1） 告警信息的处理

当有装置告警时，例如定值自检出错、标变自检出错、AD 自检出错、开出自检出错等，装置将闭锁 24V 开出电源。如面板出现上述告警，应首先消除告警原因，按复归键，装置将重新自检。

a) CPU‘X’定值校验错

“X”------为 CPU 号，

“1”----CPU1，即启动 CPU

“2”----CPU2，主保护 CPU

“3”----CPU3，后备 CPU

CPU 存储的校验和比较出错。如果按复归键不能消除故障的话，应按照运行方式部门给定的定值重新整定并固化即可。

b) CPU‘X’标变校验错

“标变”的含义：交流模拟量输入到装置的交流插件中，经电压变换器或电流变换器转换成模/数转换器（既 A/D，下同）所需要的电平信号，然后送到 CPU 插件中的 A/D 进行采样，采样得到的数据为 AD 码值。经傅氏算法计算后得到以 AD 码值表示的模拟量有效值。为了得到实际的交流模拟量数值，需要乘以一个系数，这个系数就是“标变”。

程序中设置了一组默认标变系数，保存在FLASH（或E^2PROM）中。在默认的情况下，程序中实际使用的标变就是默认标变。如果进行了模拟量调整，会得到一组新的标变，也保存在FLASH（或E^2PROM）中，程序将使用这组新的标变。

程序中定时进行标变的自检。如果程序中使用的标变与保存在FLASH（或E^2PROM）中的不一致，就会取默认标变，并告警。

标变自检出错后，按复归键，就会再次进行标变自检。如果故障消失就不再报。否则还会再报自检出错，此时应投入“使用默认标变”压板，方法是：在主菜单下选择“控制”--> “压板投退”--> “使用默认标变系数”，按 SET 键，输入密码，程序就自动使用默认标变系数了。如果使用默认标变系数时，模拟量指示的值（既刻度）不够精确，还需要重新调整模拟量刻度，方法见调试大纲。

如果上述方法不能消除故障，应更换 CPU 板。

c) CPU‘X’AD 自检出错

可能是 CPU 板损坏，应更换可能 CPU 板。

d) CPU‘X’开出自检出错

如果上述方法不能消除故障，可能 CPU 板或逻辑板故障，应确定故障插件予以更换。

e) 与 CPU‘X’通信出错

“X”号 CPU 不响应 MMI 的巡检——MMI 通信中断。检查逻辑板与 MMI 之间的扁平电缆及两端的插头是否松动、损坏。如果正常，将装置重新上电。如果上述步骤不能消除故障，则有可能是逻辑板或 CPU 板故障，应报厂家更换插件。

7.2.5 部分定期检验项目

a） 测交流回路的对地绝缘

b） 测量逆变电源的各级输出电压值

c） 检验打印机

d） 校正刻度

e） 检验告警回路

f） 检验开关量输入回路

g） 带开关开出传动

h） 核对定值

7.3 调试

下面列出的调试步骤，目的是检查装置的硬件及回路的正确和精确度调试，仅供参考。

1） 常规通电检查

a） 装置上电后，整定时钟日期正常。

b） 对各 CPU，输入定值并固化正常。

c） 检查软件版本号及软件校验码，并记录。

d） 如配有打印机，将装置同打印机接好，从面板上召唤打印各 CPU 的定值。

e） 电流电压刻度调整：详见调试大纲。

f） 开出传动。

g） 开入检查：开入分保护压板投切，信号开入。X70 为+24V 端子，所有开入均共 24V 地。将 x70 与某开入端子短接，即相当投入+24V 开入。具体端子定义见 HSG 300C 与 300D 装置端子图。

2） 模拟故障

做实验时,除注意观察灯光信号和故障报告外，要求观察每一个出口接点，注意应导通的接点是否不导通，不应导通的接点是否导通。

每一类保护有一个总的压板控制投退，每一段保护均有相应的控制字控制投退，二者是与门关系。

保护均受起动插件闭锁，如果起动插件没有起动，则保护只有报文，没有灯光信号，没有出口触点。

7.4 装置维护指南

此指南只为处理简单故障及修复硬件作指导性参考，说明了在更换插件过程中必须注意的事。根据经验积累可补充新的内容。

需要强调的是维修中用户千万不能随意拨动各种接插件(包括连接器)，改动插件电路和背板小扎线，否则后果自负。

装置常见故障及维修方法：

7.4.1 电源损坏:

电源经长期运行后会发生以下问题：

a） 芯片由于过热而提前老化。

b） 电解电容老化引起电解液干涸，从而发生滤波效果差，纹波系数过大；或者电解液渗漏而发生短路。

c） 个别电阻由于过热而烧毁。

d） 电源电压超差。

e） 电源故障最直接的处理方法就地更换电源。电源部件不宜长期储备，建议每 4～6 年购置一次电源备件。平时发现损坏立即更换并重购备件或修理。

7.4.2 微机系统插件故障

装置的自检功能能及时查出主要芯片及其相关电路的功能故障，从而及时发出报警，其打印的信息一般将故障部位定位于插件。

可根据相关信息检查、排除故障或直接更换插件。

各插件更换时的注意事项：

1） CPU 插件

更换插件时应注意以下几点：

a） 更换时关闭电源

b） 更换后重新书写定值，投入默认标变。

c） 更换后重新观察模拟量

d） 更换后重新进行开出测试

2） MMI 面板

可整体更换

3） 其它微机部分插件

主要注意有无短连线，若有应按换下插件要求进行选择连接。

7.4.3 交流插件更换

更换此插件时应注意插件中各小 CT（电流互感器 TA）的额定电流规格是否正确，小

CT（电流互感器 TA）所用电阻是否与原来一致。更换后应检查所有通道的零漂、刻度及极性。

7.4.4 出口插件

更换后重新进行开出测试

7.4.5 信号插件

更换后重新进行信号灯测试

7.4.6 打印机

打印机卡纸或字迹模糊，调整打印机装纸机构，重新装纸。

字迹淡即需要更换色带。打开打印机防尘盖，换上新色带(盒)。注意带盒要压到位，色带要嵌到位。

7.5 工程调试

7.5.1 工程端子说明

1） 电压端子

X98～X100，X102～X103 分别接 PT（TV）、开口电压 PT（TV）的二次。

2） 电流端子

X71～X76，X77～X82 分别接机端和中性点侧的差动 CT（TA）二次。X83～X88，X89～X90 分别接后备及零序 CT（TA）。

3） 跳闸出口端子

后备保护的跳闸接点是由不同继电器驱动的空接点，互相独立，跳闸接点均为瞬动触点，整组复归时返回。后备保护的一些跳开关方式通过跳闸控制字整定。

4） 外部开入端子

X2～X23 均为外部开入端子。各端子应经过相应外部接点或压板等接至开入＋24V，接通有效。

X3～X11，X18 保护功能压板投/切的硬压板开入。此几种保护功能均只能通过屏上的硬压板方式投/退保护(即只能就地操作)。当硬压板开入有效（＋24V 高电平）且相应的控制字位置 1 时，按复归按钮后即可投入对应保护的压板。

X3　差动硬压板

X4　复压过流硬压板

X5　过电压硬压板

X6　调相欠压硬压板

X7　失磁硬压板

X8　低压过流保护硬压板

X9　转子接地硬压板

X10　逆功率硬压板

X11　定子接地硬压板

X18　负序过流硬压板

X12～X17，X20 为开入信号。＋24V 有效。

X12　闭锁低压过流开入

X13　调相状态开入。当此开入有效且 X6 有效时，投入调相欠压保护。

X14～X16　失磁开入（三取二）

X17　跳位位置开入

X20　转子一点接地开入

X21～X23，X19　备用开入

5） 网络线端子

X31～X32　CANH、CANL

如果没有连网要求，这些端子不连线即可。

6） 远动信号端子

X48　为公共端的瞬动接点

X49～X53　远动信号

7） 电源端子

X70(1)，X66(2)直流电源

“1”接正电源，“2”接负电源。

8） 中央信号端子

信号接点均为磁保持触点，复归信号后才返回。当保护装置的直流电源消失，则直流消失（动断）触点闭合输出。

9） 其它端子

X127～X128 启动通风。

7.5.2　保护屏调试

1） 初步检查

核对保护装置，检查自动空气开关、控制盒、拨轮、切换把手、跳合闸电流参数等。

2） 电源

明确每一空气开关对应的装置，合开关，装置上电，正常。

3） KK 把手

手合、手分高、中、低开关，动作正确、位置指示灯正确。

4） 保护装置部分

a)　幅值

b) 电流回路极性

c) 保护功能压板

d) 带开关传动

e) 模拟故障试验

5） 遥信对点

适用于综合自动化站的装置与后台对遥信点，可以在装置不做模拟试验的情况下，向网络上发送各种装置动作或告警遥信报文。

6） 保护投运

a) 保护装置运行正常，液晶循环显示正常。

b) 检查保护装置存入的定值与定值单定值一致。

c) 检查保护功能压板投入正确，液晶显示压板状态与实际投入压板状态一致。

d) 各操作箱运行正常。

e) 检查出口压板位置正确。

f) 本体保护运行正常。

g) 投入本体保护重瓦斯跳闸压板，出口压板。

h) 合高压侧开关，空冲变压器若干次。

i) 合低压侧开关，带负荷。

j) 做六角图，并查看差动保护的差流和采样值，以检查 CT（TA）二次回路的极性和相序。根据装置中各相电流、电压的幅值和相位确认 CT（TA）极性的正确性。

7.6 订货须知

订货时请对如下项目进行说明：

a) 产品型号、名称、订货数量；

b) 交流电压、电流、频率额定值；

c) 直流电压额定值；

d) 零序 CT 工作范围；

e) 跳合闸电流；

f) 发变组保护的跳闸对象；

g) 供货时间及地点；

h) 组屏要求及屏的尺寸和颜色。

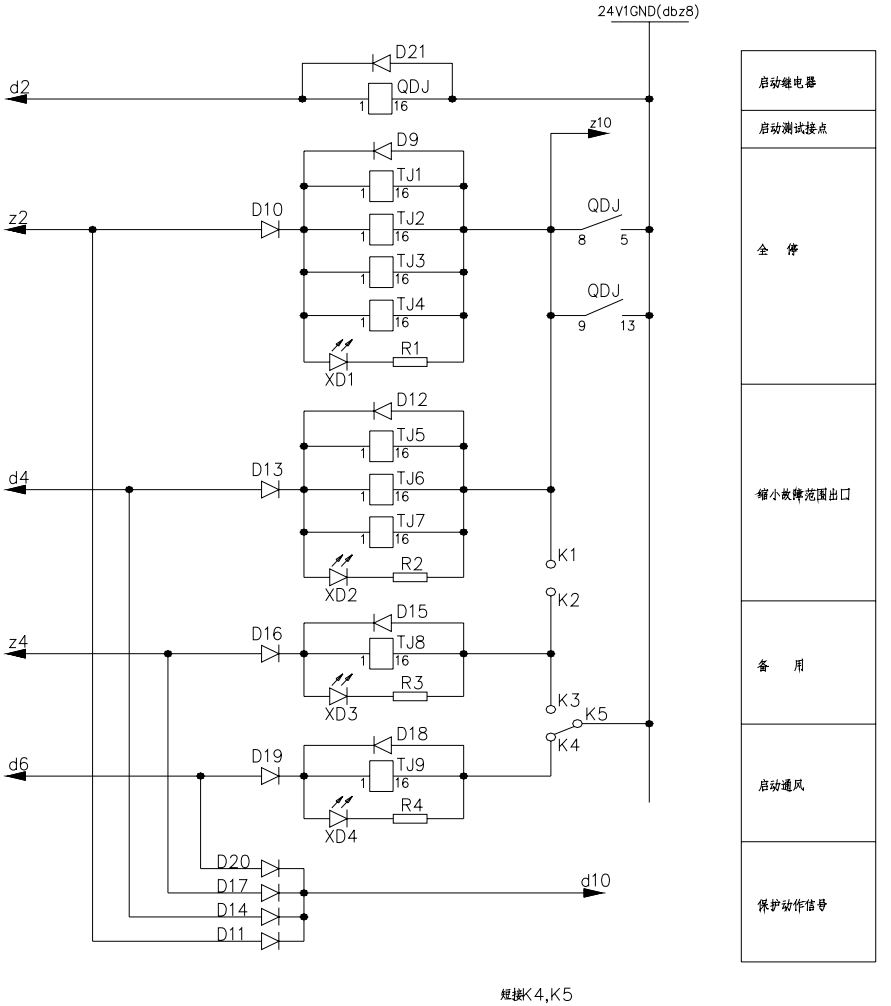
附录 A　HSG 300C（D）装置端子图

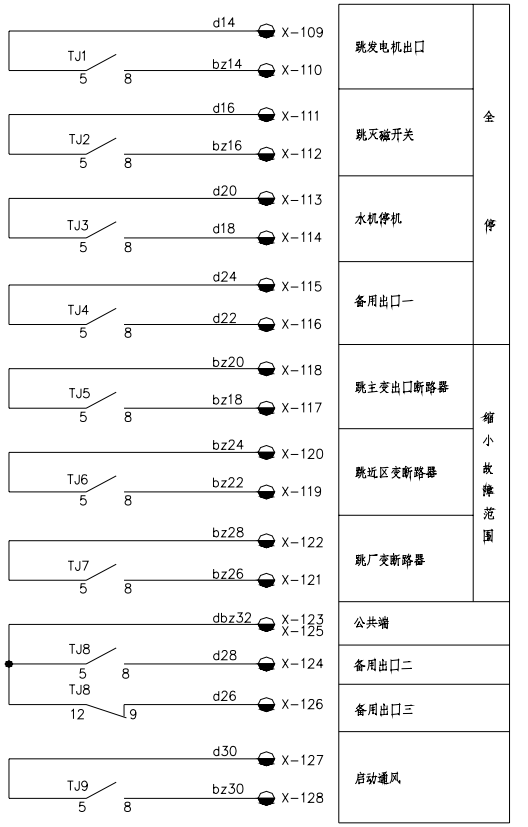
	13d14	140	至合闸线圈	跳闸操作板		8z28	70	220/110(+)	电源
	13z14	139	跳位至合闸线圈				69		
	13z16	138	至跳闸线圈			10d2	68	屏蔽地	
	13z20	137	+KM				67		
	13d12	136	-KM			8z30	66	220/110(-)	
	13d18	135	合闸入口				65		
	13z18	134	手跳入口			13b28	64	跳位位置	事故信号
	13d16	133	跳闸入口			13d28	63		
	13d8	132	启动红灯			13d4	62	启动事故音响	
	13z8	131				13z4	61		
	13z2	130	控制回路断线			13d6	60	启动跳闸灯	
	13d2	129				13z6	59		
	7z30	128	启动通风	启动通风		12b32	58	告警	录波信号
	7d30	127				12d32	57	保护发信	
	7d26	126	备用三	备用		12z30	56	备用	
	7d32	125				12d30	55	保护动作信号	
	7d28	124	备用二			12z32	54	录波信号公共端	
	7d32	123				11z8	53	本体跳闸	远动信号
	7z28	122	缩小故障范围三	缩小故障范围		12b28	52	告警	
	7z26	121				12d28	51	保护发信	
	7z24	120	缩小故障范围二			12z26	50	备用	
	7z22	119				12d26	49	保护动作信号	
	7z20	118	缩小故障范围一			11d8	48	远动信号公共端	
	7z18	117				11d12	47	本体跳闸2	中央信号
	7d22	116	全停四	跳闸总出口（全停包含本体）		11z12	46	本体跳闸1	
	7d24	115				8z24	45	直流消失	
	7d18	114	全停三			12b24	44	总告警	
	7d20	113				12d24	43	装置故障	
	7z16	112	全停二			12z22	42	保护发信	
	7d16	111				12b22	41	备用	
	7z14	110	全停一			12d22	40	保护动作信号	
	7d14	109				8d24	39	中央信号公共端	
		108		励磁电压			38		本体保护
	9d32	107	机轴			11z32	37	本体保护输入2	
	10d28	106	励磁电压UL-			11d32	36	本体保护输入1	
	10d32	105	励磁电压UL+			11d30	35	本体公共端(-KM)	
		104		机端电压			34		网络信号
	2b18	103	零序电压U0'			8z32	33	屏蔽地	
	2d18	102	零序电压U0			12z2	32	CAN-L	
		101				12b2	31	CAN-H	
	1d20/1d26	100	机端电压UC				30		测试信号
	1d24/1b28	99	机端电压UB			12b12	29	开出地	
	1d28/1d22	98	机端电压UA			7z10	28	启动测试端	
		97		测量电流		12d12	27	开出+24V	
	2D6	96	测量IC'				26		
	2D4	95	测量IB'			8d22	25	开入24V地	开入信号
	2D2	94	测量IA'			12d2	24	外部复归信号	
	2D5	93	测量IC			5d24	23	备用开入4(cpu3)	
	2D3	92	测量IB			4d24	22	备用开入3(cpu2)	
	2D1	91	测量IA			4b30	21	备用开入2(cpu2)	
	2D8	90	零序电流I0'	后备电流输入		4d30	20	转子一点接地开入	
	2D7	89	零序电流I0			3d28	19	备用开入1(cpu1)	
	1D18	88	后备Ic'			5d30	18	负序过流硬压板	
	1D16	87	后备Ib'			4z24	17	跳位位置开入	
	1D14	86	后备Ia'			5d28	16	失磁开入3	
	1D17	85	后备Ic			5b28	15	失磁开入2	
	1D15	84	后备Ib			5z28	14	失磁开入1	
	1D13	83	后备Ia			4z26	13	调相状态开入	
	1D12	82	差动2ic'	机中性点电流		5z26	12	低压过流开入	
	1D10	81	差动2ib'			5b32	11	定子接地硬压板	
	1D8	80	差动2ia'			5z30	10	逆功率硬压板	
	1D11	79	差动2ic			4b32	9	转子接地硬压板	
	1D9	78	差动2ib			5b30	8	低压过流硬压板	
	1D7	77	差动2ia			5d32	7	失磁硬压板	
	1D6	76	差动1IC'	主变高压侧电流		4z30	6	调相欠压硬压板	
	1D4	75	差动1IB'			4d32	5	过电压硬压板	
	1D2	74	差动1IA'			5z32	4	复压过流硬压板	
	1D5	73	差动1IC			4z32	3	差动硬压板	
	1D3	72	差动1IB			3b22	2	GPS分脉冲	
	1D1	71	差动1IA			8z20	1	开入量公共端(+24V)	

X

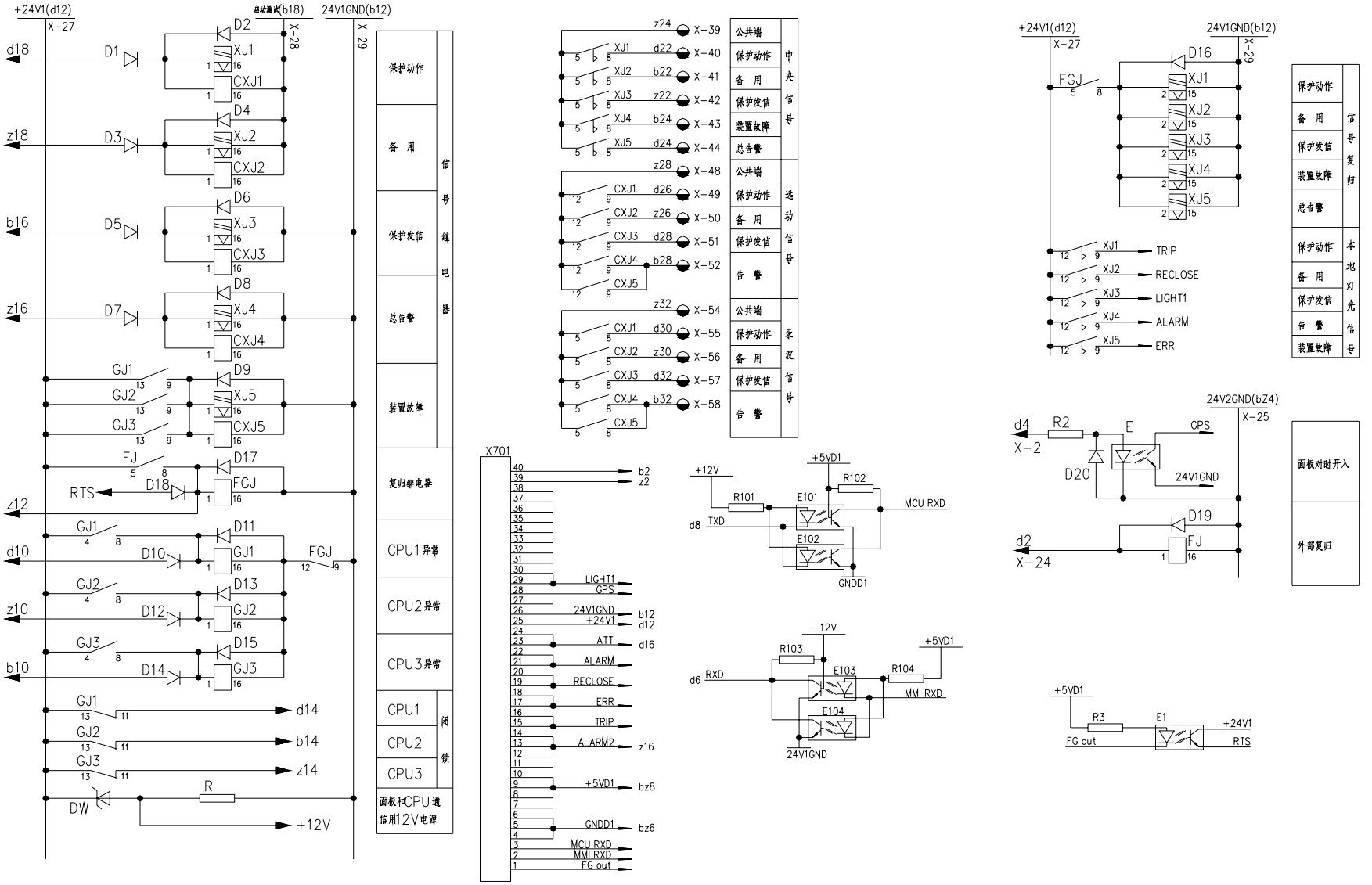
附录 B　插件原理图

B.1　跳闸逻辑板原理图





B.2 信号逻辑板原理图


+24V1(d12)
X-27
启动调试(b18)
X-28
24V1GND(b12)
X-29
d18
D1
D2
XJ1
CXJ1
保护动作
z18
D3
D4
XJ2
CXJ2
备 用
b16
D5
D6
XJ3
CXJ3
保护发信
z16
D7
D8
XJ4
CXJ4
总告警
GJ1
GJ2
GJ3
D9
XJ5
CXJ5
装置故障
信号继电器
FJ
RTS
D18
D17
FGJ
复归继电器
z12
d10
D10
D11
GJ1
FGJ
CPU1异常
z10
D12
D13
GJ2
CPU2异常
b10
D14
D15
GJ3
CPU3异常
d14
b14
z14
CPU1
CPU2
CPU3
闭锁
R
DW
+12V
面板和CPU通信用12V电源
z24
X-39
公共端
XJ1
d22
X-40
保护动作
XJ2
b22
X-41
备 用
XJ3
z22
X-42
保护发信
XJ4
b24
X-43
装置故障
XJ5
d24
X-44
总告警
中央信号
z28
X-48
公共端
CXJ1
d26
X-49
保护动作
CXJ2
z26
X-50
备 用
CXJ3
d28
X-51
保护发信
CXJ4
b28
X-52
告 警
CXJ5
远动信号
z32
X-54
公共端
CXJ1
d30
X-55
保护动作
CXJ2
z30
X-56
备 用
CXJ3
d32
X-57
保护发信
CXJ4
b32
X-58
告 警
CXJ5
录波信号
X701
b2
z2
LIGHT1
GPS
24V1GND
+24V1
b12
d12
ATT
d16
ALARM
RECLOSE
ERR
TRIP
ALARM2
z16
+5VD1
bz8
GNDD1
bz6
MCU RXD
MMI RXD
FG out
+12V
R101
E101
R102
+5VD1
d8
TXD
MCU RXD
E102
GNDD1
+12V
R103
E103
R104
+5VD1
d6
RXD
MMI RXD
E104
24V1GND
+24V1(d12)
X-27
24V1GND(b12)
X-29
FGJ
D16
XJ1
XJ2
XJ3
XJ4
XJ5
TRIP
RECLOSE
LIGHT1
ALARM
ERR
保护动作
备 用
保护发信
装置故障
总告警
信号复归
保护动作
备 用
保护发信
告 警
装置故障
本地灯光信号
24V2GND(bZ4)
X-25
d4
X-2
R2
E
GPS
D20
24V1GND
D19
FJ
d2
X-24
面板对时开入
外部复归
+5VD1
R3
E1
+24V1
FG out
RTS

地址：北京市海淀区上地信息产业基地创业中路 32 号楼 32-1 一层西侧 100085

电话：010-82781537 010-62988039-106/115/120

传真：010-62987532

http://www.sf-leader.com/

E-mail:sales @sf-leader.com